



Facultad de Ingeniería y Computación

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

**“Análisis y propuesta de mejora del proceso de
producción de polos camiseros en una empresa
textil utilizando la manufactura esbelta”**

Presentada por:

Felipe Andrés Lecaros Oviedo

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Industrial

Orientador: “Abraham Heriberto Carrasco Castro”

Arequipa, Setiembre de 2018

AGRADECIMIENTOS

Quiero dar gracias a Dios por brindarme fortaleza en todo momento y guiarme por el camino del bien.

También a mis padres Miluska Oviedo y Cesar Lecaros por todo su apoyo y cariño, sin ellos no habría podido culminar mi profesión.

A mis abuelos Ferdinando y Denise por haberme sido una parte muy importante de mi infancia, gracias a su amor y consejos soy la persona que soy.

Y finalmente y no menos importante, a mí hermano, enamorada y amigos, porque ser parte de mi vida y apoyarme cuando lo necesito.

RESUMEN

Este trabajo buscará optimizar la eficiencia de la línea de confección de polos camiseros de una empresa textil. Basándose en el análisis, diagnóstico y propuestas de mejora para mejorar dicha eficiencia.

Esta mejora es medida por la OEE (Overall Equipment Effectiveness en inglés) este indicador incluye temas de calidad, disponibilidad y rendimiento en la línea. Luego de una exhaustiva investigación se detectaron, mediante el flujo de valor actual, que los principales inconvenientes eran el desorden, inventario excesivo, tiempos altos y habituales de parada de máquina, cambios imprevistos en prioridades y la identificación de productos defectuosos. Por tal motivo se plantea utilizar las herramientas de manufactura esbelta como solución a estos problemas, se propone recurrir a la metodología 5S's acompañada del mantenimiento autónomo y el SMED (Single Minute Exchange of Die en inglés).

Al aplicar correctamente las mencionadas herramientas se espera lograr que los tres indicadores que conforman el OEE mejoren. Dichos indicadores son: La disponibilidad de las máquinas, el rendimiento de las líneas de confecciones y la tasa de calidad. Además se espera mejorar la capacidad productiva, ahorrar horas hombre, incrementar y optimizar el área de trabajo y motivar al personal.

Palabras clave: Empresa textil, confecciones, análisis, manufactura esbelta, eficiencia, productividad, indicadores.

ABSTRACT

This work aims to improve the efficiency of the polo shirt line from a textile company. A methodology based on the analysis, diagnosis and proposals for improvement to achieve better efficiency indicators will be developed.

Optimization of efficiency is measured by the OEE (Overall Equipment Effectiveness) that involves aspects of quality, availability and performance of the lines. In the analysis was identified that the main problems detected in the current flow value map were disorder in the area, the large inventory, high and frequent machine downtime, unanticipated changes in priorities and identification of defective products.

That is why this study intends to implement lean manufacturing tools as a solution to these problems, which are the implementation of the 5S's methodology accompanied by the autonomous maintenance and SMED (Single Minute Exchange of Die).

With the successful implementation of lean manufacturing tools is expected to achieve an increase in the three indicators involving the OEE. The machine availability, performance apparel lines and quality rate. Other benefits include increased production capacity, saving man hours, increased work area and staff motivation.

Keywords: Textile Company, confections, analysis, lean manufacturing, efficiency, productivity.

INDICE GENERAL

Capítulo 1: Aspectos generales	14
1.1. Título del estudio:	1
1.2. Autor del estudio:	1
1.3. Proposición:	1
1.4. Planteamiento del problema:	2
1.5. Demostración de la relevancia de la investigación:	3
1.5. Objetivos del proyecto:	3
1.5.1. Objetivo general:	3
1.5.2. Objetivos específicos:	4
Capítulo 2: Marco teórico	5
2.1. Antecedentes:	5
2.2. Manufactura esbelta:	6
2.3. Desperdicios o mudas de la manufactura:	7
2.4. Principios de la manufactura esbelta:	10
2.5. Herramientas de la manufactura esbelta:	11
2.5.1. Estabilidad y Estandarización	12
2.5.1.1. Estandarización:	12
2.5.1.2. Takt Time:	13
2.5.1.3. Pitch (lote controlado)	14
2.5.1.4. Metodología de las 5'S	14
2.5.1.5. Mantenimiento Productivo Total o TPM (Total Productive Maintenance):	18
2.5.1.6. Heijunka:	21
2.5.2. Justo a Tiempo (Just in Time)	21
2.5.2.1. Pull system	21
2.5.2.2. Kanban	22
2.5.2.3. SMED (Single Minute Exchange of Dies) o Métodos de cambios rápidos.	24

2.5.2.4.	Mapeo de la Cadena de Valor o VSM (Value Stream Mapping): 27	
2.5.3.	Jidoka.....	31
2.5.3.1.	PokaYoke:	31
2.5.3.2.	Andon	32
2.6.	Balanceo de línea y aplicación de sistema modular en línea de ensamble.....	32
2.6.1.	Balance de línea.....	32
2.6.2.	Sistema modular en líneas de producción.....	34
2.6.3.	Multifuncionalidad de la mano de obra	35
2.6.3.1.	Dimensiones de la multifuncionalidad	35
2.6.3.2.	Implicaciones de la multifuncionalidad	37
Capítulo 3:	Descripción de la situación actual de la empresa	40
3.1.	Descripción del sector textil y de confecciones:.....	40
3.1.1.	Introducción:	40
3.1.2.	Materias primas:.....	42
3.1.3.	El algodón	45
3.1.4.	Procesos:	49
3.1.4.1.	Hilado:	49
3.1.4.2.	Habilitado de hilado Crudo.....	50
3.1.4.3.	Teñido de hilado	50
3.1.4.4.	Desarrollo de tela.....	50
3.1.4.5.	Tejido.....	51
3.1.4.6.	Teñido o proceso húmedo de tela cruda	51
3.1.4.7.	Acabado textil	52
3.1.4.8.	Corte.....	52
3.1.4.9.	Diseño y desarrollo de prenda	52
3.1.4.10.	Costura	53

3.1.4.11. Embellecimiento	54
3.1.4.12. Acabados de la prenda	54
3.1.4.13. Control de mermas y desperdicios	55
3.2. Antecedentes y condiciones actuales de la empresa:	55
3.2.1. Introducción:	55
3.2.2. Productos:	56
3.2.3. Clientes:	59
3.2.4. Áreas:	59
3.3. Organización de la empresa	61
3.4. Descripción general de los procesos productivos:	62
3.4.1. Confección de polos cuello redondo:	64
3.4.2. Confección de casacas	65
3.5. Descripción del proceso de fabricación de polos camiseros:	67
3.6. Instalaciones y medios operativos	70
3.7. Estaciones de trabajo y máquinas	71
3.8. Descripción de las métricas del sistema productivo	74
3.8.1. Eficacia:	74
3.8.2. Eficiencia:	74
3.8.3. Productividad de la mano de obra:	75
3.8.4. Productividad de la materia prima:	76
3.8.5. Productividad de la energía (KW-H)	77
3.8.6. Utilización:	78
3.8.7. Tiempo promedio entre fallas (MTBF):	78
3.8.8. Tiempo promedio para reparar (MTTR):	79

3.8.9. Eficiencia global de los equipos (OEE o Overall Equipment

Effectiveness)80

Capítulo 4: Metodología propuesta para la implementación de las herramientas
manufactura esbelta:85

Capítulo 5: Fase de análisis, diagnóstico89

5.1. Selección del producto y proceso a estudiar89

5.2. Desarrollo del mapa de flujo de valor actual92

5.3. Identificación de desperdicios encontrados en el mapeo de flujo de
valor 98

5.4. Identificación de métricas lean:102

5.5. Elaboración del mapeo de flujo de valor futuro109

5.6. Priorización de herramienta de manufactura esbelta:112

Capítulo 6: Fase de propuesta de mejora:114

6.1. Implementación de las 5S's y el Mantenimiento autónomo115

6.1.1. Aplicación de las 5S's117

6.1.2. Implementación de los Pilares de 5 S's118

6.1.3. Primera S: Clasificación:122

6.1.3.1. Planificación:123

6.1.3.2. Implementación de la estrategia de tarjetas:126

6.1.3.3. Evaluación:128

6.1.4. Segunda S: Orden:130

6.1.4.1. Planificación:132

6.1.4.2. Implementación de la estrategia de indicadores:133

6.1.4.3. Implementación de la estrategia de pintura:134

6.1.4.4. Evaluación:134

6.1.5. Mantenimiento autónomo135

6.1.6. Tercera S: Limpieza:137

6.1.6.1. Planificación:139

6.1.6.2.	Implementación:	147
6.1.6.3.	Evaluación:	148
6.1.7.	Cuarta S: Estandarización:	148
6.1.8.	Quinta S: Disciplina:	153
6.1.9.	Beneficios esperados de la aplicación de las 5S's	154
6.2.	Implementación de SMED.....	155
6.3.	Medición de los indicadores después de la implementación de las 5S's, mantenimiento autónomo y SMED	164
6.4.	Balanceo de línea para la aplicación de un sistema modular en la empresa	168
6.4.1.	Balance + Distribución de puestos.....	168
6.4.2.	Sistema de Incentivos.....	172
6.4.3.	Matriz de polifuncionalidad o polivalencia.....	173
6.4.4.	Mantenimiento preventivo / atenciones básicas de máquina	174
6.4.5.	Tablero de control	175
6.4.6.	Aspectos motivacionales y de comunicación.....	176
6.4.7.	Aplicación de la multifuncionalidad de la mano de obra.....	176
Capítulo 7:	Evaluación del impacto económico:	179
7.1.	Costo de personal:	179
7.2.	Gastos de implementación:	181
7.3.	Beneficio generado por la propuesta	183
7.3.1.	Beneficio generado por la implementación de las 5S's y mantenimiento autónomo.....	184
7.3.2.	Beneficio generado por la implementación del SMED	186
7.3.3.	Resumen del impacto	188

7.3.4. Beneficio generado por la mejora de la productividad	189
7.3.5. Flujo de caja del proyecto.	190
Capítulo 8: Conclusiones	192
Capítulo 9: Recomendaciones.....	194
Capítulo 10: Referencias bibliográficas.....	196

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Dinámica del sector textil.....	42
Gráfico 2: Porcentaje de producción de algodón en el mercado mundial de las fibras textiles (1997-2011)	44
Gráfico 3: Evolución del precio del algodón en los últimos 10 años	48
Gráfico 4: Evolución del precio del algodón en el último año	48
Gráfico 5: Unidades vendidas por la empresa en el último año	58
Gráfico 6: Ingresos por producto vendido por la empresa en los últimos 3 años	58
Gráfico 7: Diagrama de pareto por unidades producidas	90
Gráfico 8: Diagrama de pareto por ingresos generados.....	91
Gráfico 9: VSM actual de la empresa.....	94
Gráfico 10: Consumo mensual promedio de polos camiseros	96
Gráfico 11: VSM futuro esperado para la empresa	111
Gráfico 12: Diagrama de pareto de tiempos improductivos mensuales.....	112

INDICE DE TABLAS

tabla 1: Clasificación fibras textiles	43
Tabla 2: Descripción de los puestos de trabajo en la planta principal	73
Tabla 3: Volumen de producción por producto.....	90
Tabla 4: Ingresos generados por producto	91
Tabla 5: Calculo del Pitch Time	97
Tabla 6: Cálculo del MTBF	104
Tabla 7: Cálculo de MTTR.....	105
Tabla 8: Resumen del cálculo de la OEE para el proceso de fabricación de polos camiseros	107
Tabla 9: OEE del proceso de polos camiseros en la empresa	108
Tabla 10: Métricas punto base.....	108
Tabla 11: Métricas objetivo	110
Tabla 12: Tiempos improductivos generados por problemas	113
Tabla 13: Tabulación de las tarjetas rojas colocadas.....	128
Tabla 14: Disposición final de tarjetas rojas	129
Tabla 15: Resumen de tarjetas rojas	129
Tabla 16: Actividades exteriorizadas máquinas recta y remalladora	158
Tabla 17: Diagrama de actividades antes de aplicar SMED.....	161
Tabla 18: Diagrama de actividades conjuntas luego de aplicar SMED	162
Tabla 19: Reducción de tiempos de promedio actividades después de la implementación de 5s's y mantenimiento autónomo	165
Tabla 20: MTBF después de implementar 5s's.....	165

Tabla 21: MTTR después de implementar 5s's	166
Tabla 22: Resumen del cálculo de la efectividad global de equipo en el área de confecciones después de implementar las mejoras.	167
Tabla 23: Resumen del cálculo de la efectividad global de equipo para el área de confecciones después de implementar las mejoras.....	167
Tabla 24: Secuencia de operaciones	168
Tabla 25: Determinación de zonas de trabajo	169
Tabla 26: Matriz de polifuncionalidad.....	174
Tabla 27: Modelo de tablero de control para sistema modular	175
Tabla 28: Costo horas hombre personal involucrado en proceso de confección de polos camiseros	180
Tabla 29: Detalle de costos de la implementación de las 5s's y mantenimiento autónomo	182
Tabla 30: Detalle de costos de implementación de SMED.....	183
Tabla 31: Ahorro generado por disminución del tiempo de búsqueda de herramientas y avíos	185
Tabla 32: Ahorro generado por disminución porcentaje de productos defectuosos.....	186
Tabla 33: Ahorro generado por disminución de los tiempos de parada anuales	187
Tabla 34: Ahorro generado por disminución del tiempo de Set-Up	187
Tabla 35: Retorno de la inversión	188
Tabla 36: Beneficio por la mejora de la productividad.....	189
Tabla 37: Flujo de caja del proyecto (s/.)	190

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Los 7 + 1 desperdicios de la manufactura esbelta	10
Figura 2: Modelo de gestión Lean.....	12
Figura 3: Las 5s de la manufactura esbelta	18
Figura 4: Tipos de kanbans	24
Figura 5: Organigrama general de la empresa.....	62
Figura 6: Diagrama de flujo general de los procesos productivos	63
Figura 7: Imagen de un polo cuello redondo terminado	65
Figura 8: Imagen de una casaca terminada	67
Figura 9: Imagen de un polo camisero terminado	68
Figura 10: Diagrama de flujo proceso de confección de polos camiseros	69
Figura 11: Planta principal	72
Figura 12: Proceso para calcular el OEE	84
Figura 13: Calculo del OEE para el proceso de fabricación de polos camiseros	107
Figura 14: Diagrama de implementación por etapas de las 5s's.....	116
Figura 15: Organigrama de promoción 5s.....	121
Figura 16: Esquema fase de clasificación	122
Figura 17: Tarjeta roja	125
Figura 18: Esquema fase de orden	131
Figura 19: Esquema fase de limpieza	138
Figura 20: Tarjetas verde y roja para operarios	144
Figura 21: FS y LDA de la máquina recta	146

INTRODUCCION

En la actualidad el entorno industrial se caracteriza por la competitividad, la velocidad de adaptación ante los cambios y la inestabilidad de la demanda. Esto se debe, en buena medida, al aumento de las exigencias de los clientes, que requieren productos de calidad que se ajusten a sus necesidades específicas, así como entregas más frecuentes y rápidas.

La respuesta de las empresas ante este entorno se da mediante el aumento de la variedad de productos finales y la producción a medida según los requerimientos del cliente, no como antes que todo se fabricaba en masa.

Por tal motivo y buscando competitividad, las empresas textiles tienen que utilizar nuevas herramientas para mejorar su competitividad. Una de estas es la manufactura esbelta, con la cual se lograra disminuir costos de producción, eliminar desperdicios, y ejecutar un flujo continuo del material en todo el proceso, cumpliendo con el tiempo, las cantidades y la calidad requerida.

En el capítulo 1, se efectúa una pequeña explicación de lo que se quiere lograr con el estudio enumerando los problemas y objetivos que se plantean

En el capítulo 2, se realiza una breve compilación de la historia de la manufactura esbelta, el objetivo y los beneficios que proporciona la aplicación de la misma en las industrias. Los cinco principios que rigen esta filosofía también son expuestos y los tipos de desperdicios (mudas) que una empresa enfrenta en un enfoque de Lean Manufacturing, a su vez se presenta el modelo de Gestión Lean con sus respectivos pilares y herramientas de esta filosofía.

En el capítulo 3, se explica en primer punto los puntos más importantes que influyen en la industria textil como el mercado, la materia prima, el algodón y los principales procesos que se realizan. Para después presentar a la empresa en estudio mediante una pequeña reseña histórica, sus clientes más grandes y los principales productos que confecciona y vende. Asimismo se realiza una representación de sus instalaciones, organización, maquinaria y proceso productivo.

En el capítulo 4, se proponen los 8 pasos a seguir para la implementación de las herramientas de manufactura esbelta. Estos pasos se dividen en dos fases, la primera fase representa el análisis y diagnóstico, mientras que la segunda fase se divide en dos partes: la propuesta de mejora y el análisis económico de la empresa en estudio.

En el capítulo 5, se ejecuta la primera fase explicada en el capítulo 4, esta fase incluye los pasos de: selección del producto a analizar, elaboración del mapa de flujo de valor actual, desperdicios encontrados en dicho mapa, individualización de las métricas lean, mapa de flujo de valor futuro y jerarquización de herramientas lean.

En el capítulo 6, se ejecuta la propuesta de mejora, primera parte de la segunda fase del proyecto, es aquí donde se cuantifica el incremento de producción obtenido a través de indicadores como el MTBF, MTTR, OEE, etc. Todo esto mediante la aplicación las herramientas de manufactura esbelta en la línea de productos de la familia seleccionada.

En el capítulo 7, se presenta la segunda parte de la fase final de la metodología, la evaluación del impacto económico. Aquí se presentan todos los costos y gastos que se estima incurrirá la empresa, así como el ahorro que se generaran con la aplicación de la metodología para finalmente compararlos y demostrar que el proyecto es rentable.

En el capítulo 8 y 9, finalmente, se presenta las conclusiones y recomendaciones a las que se llega en este trabajo de investigación.

CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES

1.1. Título del estudio:

“Análisis y propuesta de mejora del proceso de producción de polos camiseros en una empresa textil utilizando la manufactura esbelta”

1.2. Autor del estudio:

Felipe Andrés Lecaros Oviedo

1.3. Proposición:

Mediante la aplicación de la manufactura esbelta se buscará desarrollar una cultura de eliminación de todos los desperdicios para aprovechar al máximo los recursos disponibles en la empresa, logrando una mayor eficiencia y una mejora continua.

1.4. Planteamiento del problema:

La mayoría de micro y pequeñas empresas en todo el Perú, y aún más en la ciudad de Arequipa, tienen un desempeño poco eficaz y eficiente, esto debido a la falta de información de los directivos, la poca ambición por crecer o, muchas veces, simplemente por miedo al cambio.

Pero existen muchas técnicas, normalmente aplicadas por empresas multinacionales de gran envergadura, que hacen que sus procesos sean casi perfectos, una de ellas es la manufactura esbelta.

En este proyecto se buscará realizar una propuesta de mejora aplicando esta técnica en una pequeña empresa textil analizando específicamente el proceso de fabricación de polos camiseros, puesto que este es el producto que más se fabrica en la empresa y, a su vez, el que genera mayores ganancias. Esta afirmación queda demostrada y explicada en los gráficos 5, 6, 7 y 8 y en las tablas 3 y 4, las cuales son expuestas en los capítulos 3 y 5 donde se demostrará la importancia de este producto para la empresa y porque debe ser el utilizado en el estudio.

Se buscará dar con todos los desperdicios y actividades que no agregan valor, y así ayudar a la gerencia a eliminarlos o mejorarlos. Para que luego puedan aplicar los mismos principios para los demás procesos y productos que ahí se realizan.

Para aplicar el mencionado sistema se utilizarán las herramientas más importantes de la manufactura esbelta.

1.5. Demostración de la relevancia de la investigación:

En la actualidad el Perú se enfrenta a retos en términos de competitividad, productividad y crecimiento económico puesto que en los últimos años este se ha estancado. Lo que obliga a las empresas a buscar una ventaja competitiva para sobresalir en su mercado y crecer.

Por tal motivo es necesario fortalecer el ámbito empresarial orientándolo a maximizar el valor de sus recursos, como es el caso de la metodología de la manufactura esbelta.

Esto traerá como beneficios garantizar mayor calidad en sus productos, menores costos de producción, reducir desperdicios y optimizar los procesos de producción. Lo que hará a la empresa sobresalir en el mercado local y nacional como también poder aspirar a competir en el mercado internacional.

1.5. Objetivos del proyecto:

1.5.1. Objetivo general:

Desarrollar una propuesta de mejora en el proceso de fabricación de polos camiseros de la empresa utilizando la manufactura esbelta, buscando eliminar todos los desperdicios, aprovechar al máximo los recursos disponibles, una mayor eficiencia y mejora continua.

1.5.2. Objetivos específicos:

- Analizar al detalle el proceso de fabricación de polos camiseros en la empresa, para determinar lo que se está haciendo bien y mal en dicho proceso, basándose en la metodología de la manufactura esbelta.
- Desarrollar un plan de mejora del proceso aplicando las técnicas y procedimientos de la manufactura esbelta
- Analizar y demostrar los beneficios de la manufactura esbelta en la productividad y eficiencia de la empresa para que se aplique en los demás procesos.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes:

El término Lean lo iniciaron un grupo de estudiantes del Massachusetts Institute of Technology, para analizar los métodos de manufactura de empresas automotrices a nivel mundial. En este estudio se identificó a Toyota como el mejor fabricante en el mercado y se nombró “lean manufacturing” a todos los métodos utilizados por dicha empresa desde los años sesenta. Estos métodos luego fueron perfeccionados una década después con la ayuda de Taiichi Ohno y Shingeo Shingo. Su principal objetivo era satisfacer a los clientes, utilizando la menor cantidad de recursos. Esto se lograba con entregas oportunas de todos los productos solicitados y con tendencia a los cero defectos. Reyes (2002).

La manufactura esbelta tiene su fundamento en una serie herramientas que buscan eliminar todas las operaciones que no agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de todas las actividades que se realiza y desechando lo no demandado. Además esta metodología, mediante sus variadas herramientas, ayuda a las empresas a prevalecer en un mercado mundial cada día más exigente en calidad y en tiempos de entrega óptimos con precios económicos. Rueda (2007)

2.2. Manufactura esbelta:

Es el conjunto de herramientas orientadas a eliminar todo lo que no da valor añadido al producto, proceso o servicio. Logrando esto se bajan costos, mejora la rentabilidad y satisface a los clientes. Mediante esta metodología se logra, según Womack (2005) hacer más con menos.

Anteriormente la producción en masa dominaba la filosofía de manufactura de las empresas productoras. Por tal motivo se construían grandes almacenes para tener la toda materia prima y productos terminados. Por tal motivo las empresas eran muy poco flexibles cuando se presentaban cambios, además los costos de inventarios y de espacio eran muy altos.

Todas estas desventajas incentivaron a la empresa japonesa Toyota, con su director de producción Taiichi Ohno, a buscar otro tipo de sistema de producción. Así se llegó al Toyota Production System, punto de inflexión de la industria mundial hacia una filosofía de reducir, es decir, hacer un proceso más esbelto.

Todo lo que no agrega valor para el cliente se denomina Muda o desperdicio, es toda actividad o función que consume recursos de la línea de producción, pero que no genera valor ante la perspectiva del cliente, el nuevo sistema de Manufactura Esbelta busca la eliminación de todas ellas. Además se empezó a respetar más a los trabajadores y a buscar la mejora continua en calidad,

además de en productividad. Según Shingo (1993), algunos de los beneficios de la aplicación de las herramientas de la manufactura esbelta son:

- Reducción de Mudas
- Menores inventarios
- Necesidad de menos espacio
- Producción flexible
- Menores costos de producción
- Tiempos de entrega más cortos
- Mayor eficiencia de maquinaria

2.3. Desperdicios o mudas de la manufactura:

Según Pérez Rave, et al. (2010) todo lo que no absolutamente esencial para añadir valor al producto o servicio es una muda o desperdicio. Esto incluye equipos, piezas materiales, insumos, tiempos de máquina o trabajadores, locaciones, etc.

Estas mudas o desperdicios se clasifican en siete +1 tipos, los cuales se explican a continuación:

a) Sobreproducción:

Se refiere al uso de recursos en momentos y cantidades que no se requieren para satisfacer al cliente. Normalmente depende de los responsables de la toma de decisiones tácticas y estratégicas.

b) Inventarios:

Mantener un inventario por mucho tiempo o muy grande es perjudicial. Este desperdicio se fracciona en: materia prima, producto en proceso y producto terminado. El tener un inventario excesivo ocasiona defectos, sensación de poca capacidad, obsolescencia y costos de almacenaje y manipulación.

c) Transporte:

Es el movimiento de productos, personas o materiales, durante el cual no se está cambiando rasgos del producto por las cuales el cliente esté dispuesto a pagar.

d) Movimientos innecesarios:

Son desplazamientos anormales de las extremidades del trabajador, como por ejemplo agacharse, inclinarse o estirarse, etc. Estos generan un riesgo a la salud del trabajador y disminuyen la productividad. Normalmente se deben a malos diseños del puesto de trabajo.

e) Tiempos de espera:

Son los lapsos de tiempo donde un recurso, que no debería detenerse, se encuentra en dicho estado. Como por ejemplo la espera de un producto terminado a ser procesado. Estos tiempos ocasionan costos, pereza y bajo rendimiento en las personas paradas. Este desperdicio normalmente se genera por mala distribución de cargas de trabajo, programación defectuosa, ausencia de las 5S, entre otros.

f) Procesos innecesarios:

Son acciones que existen por el diseño ineficiente o defectuoso de los procesos, o por presencia de defectos. Por ejemplo: Reprocesar una prenda por un insumo defectuoso debido la falta de control de calidad al proveedor.

g) Defectos:

Son todos los productos que no cumplen con las especificaciones del cliente. Generan costos de no calidad, procesos innecesarios, desperdicio de tiempo por reproceso, etc. Afecta la parte productiva, como también la satisfacción del cliente interno y externo.

h) Recursos humanos mal utilizados:

Consiste en no tomar en consideración el intelecto y creatividad de los trabajadores. Este desperdicio produce una subutilización o sobreutilización las habilidades y conocimientos de los trabajadores al realizar sus funciones.

Figura 1: Los 7 + 1 desperdicios de la manufactura esbelta

T	Transporte (<i>Transport</i>)
I	Inventario (<i>Inventory</i>)
M	Movimiento (<i>Motion</i>)
W	Esperas (<i>Waiting</i>)
O	Sobre-Proceso (<i>Over-processing</i>)
O	Sobre-Producción (<i>Over-production</i>)
D	Defectos (<i>Defects</i>)
S	Mal uso de las competencias (<i>Skills</i>)

Fuente: MasterKey Business Solutions Inc.

2.4. Principios de la manufactura esbelta:

Para llegar a la aplicación de esta filosofía se debe tener en cuenta algunos principios como los siguientes:

1. El valor ahora se define según los estándares del cliente. Si antes era la empresa quien le daba valor al producto, ahora la empresa tiene que fabricar productos que tengan valor para el cliente. Por ello se hace necesaria la premisa de eliminar todo aquello que no agrega valor para el cliente.
2. Después de definir el valor para el cliente, se debe identificar todos los procesos, y sus combinaciones, que logran un producto final que cubre la necesidad del cliente, es decir, la cadena de valor. Se examinan todas las actividades que participan esta cadena y se investiga como añaden

valor para el cliente. Luego se busca optimizar o eliminar los procesos, dependiendo si agregan o no valor.

3. Una vez identificados todos los procesos que agregan valor al producto final, se debe crear un flujo de valor. Es necesario considerar los procesos desde la materia prima, hasta que se entrega el producto terminado al cliente.
4. El cliente es el que debe decidir qué y cuanto producir. Por eso se abandonan las predicciones de ventas para programar la producción. Un sistema Lean debe ser flexible todo el tiempo.
5. Aplicando y teniendo claro los 4 primeros pasos se debe buscar continuamente la perfección. Llegar a la perfección debe ser siempre un atractivo mediante el aprendizaje y las oportunidades de mejora.

2.5. Herramientas de la manufactura esbelta:

La manufactura esbelta se basa en el sistema de producción Toyota. En la figura 2 se aprecia el modelo de gestión Lean, el cual se representa por una pirámide. La base de dicha pirámide está compuesta por el VSM, 5S, QFD, etc. El Just-in-Time y el Jidoka son las 2 columnas que sostienen la pirámide y, por último, la punta, y parte principal de la gestión lean, incluye la mayor calidad, menor costo y menor tiempo de espera.

Figura 2: Modelo de gestión Lean



Fuente: Lazala (2011)

2.5.1. Estabilidad y Estandarización

2.5.1.1. Estandarización:

Es una de las herramientas Lean más potentes pero menos utilizada. Consiste en aprender a observar la situación inicial como punto base de la iniciativa de mejora, luego focalizar este análisis en buscar la mejora mediante la estandarización de lo que vemos.

Así se puede descubrir de manera más fácil las mudas y llegar a formas de mejora eficientes.

Tiene su base en cuatro partes básicas:

1. Detectar y eliminar desperdicios mediante la observación de los procesos.
2. A partir del proceso de observación se logra identificar los elementos de trabajo.
3. Analizar el ritmo al que se deben hacer los distintos procesos para lograr un producto y satisfacer la demanda del cliente, esto ritmo se conoce como Takt Time.
4. Para cada uno de los procesos, operarios y situación del Takt Time se debe determinar las herramientas de trabajo estandarizado.

2.5.1.2. Takt Time:

Como ya se explicó, el Takt Time es el tiempo requerido para hacer una pieza de acuerdo a la demanda del cliente. Es decir que el cliente es quien decide la manera, forma y ritmo que se deben entregar los productos o servicios. También es el que decide que agrega y que no agrega valor y que genera desperdicios dentro de los procesos. Bravo (2011). Este tiempo se sale de la división del

tiempo disponible de trabajo por turno entre el tiempo de demanda o cantidad total requerida.

$$\textbf{Takt Time = Tiempo Disponible de Trabajo/Tiempo de Demanda}$$

2.5.1.3. Pitch (lote controlado)

Es una cantidad de piezas por unidad de tiempo, basada en el takt time requerido para que las operaciones realicen unidades que formen paquetes con cantidades predeterminadas de trabajo en procesos (WIP, por sus siglas en inglés). En consecuencia, pitch es el takt time del producto entre la cantidad de unidades en el paquete. Villaseñor (2009).

$$\textbf{Pitch =Takt Time/Cantidad de unidades en el paquete}$$

2.5.1.4. Metodología de las 5'S

Según Carreira (2004), esta metodología busca un ambiente productivo en la empresa mediante la organización, la limpieza, el desarrollo y el mantenimiento de las condiciones de dicho ambiente. Para llegar a ello se tiene como base cinco principios

que, bien y sistemáticamente implementados, logran mejorar el entorno laboral, la calidad y la productividad.

A continuación se mencionan algunos de los objetivos de la metodología:

- Mejores condiciones laborales: Influir de manera positiva en los trabajadores por medio de un lugar de trabajo ordenado y limpio.
- Menos desperdicio de tiempo. Más velocidad en realizar las diferentes tareas por mantener las herramientas en sus respectivos lugares.
- Mejorar la seguridad en los puestos de trabajo para reducir el peligro de accidentes.

Las etapas que se deben de seguir para una óptima implementación de las 5S's son las siguientes. Liker (2003):

1. Seiri – Clasificar:

Se trata de apartar todos los elementos necesarios de los innecesarios en el área de trabajo, eliminándolos cuando es posible. Lo que se busca es tener en la referida área solo elementos y herramientas con las que se pueda realizar las labores con calidad, productividad y optimizando el espacio disponible.

Todos los elementos que se utilizan una o menos de una vez al año, deben ser desechados o, si son difíciles o costosos de eliminar, almacenados.

Mientras que elementos que se usan frecuentemente, pero no todos los días (una vez al mes por lo menos) deben ser situados en el archivo o almacén correspondiente.

Por último, los elementos utilizados una vez a la semana tienen que ser puestos en un lugar cercano al área de trabajo para que se puedan encontrar de manera fácil si se necesitan.

Los elementos que se usan una vez al día deben estar en la misma área de trabajo.

2. Seiton – Ordenar:

Una vez clasificados todos los elementos se debe ordenar todo lo necesario, es decir mejorar la forma de ver el entorno de trabajo. Así se reduce significativamente el tiempo para encontrar las diferentes piezas, máquinas o herramientas. Además se logra una mejor cultura de trabajo y mejora el ánimo del personal.

Al momento de ordenar se debe de colocar los objetos, máquinas o herramientas que se utilizan con mayor frecuencia a mayor alcance del operario. Todos estos elementos deben tener un lugar definido en el lugar de trabajo.

3. Seiso – Limpieza:

Esta etapa busca tener siempre el lugar de trabajo limpio, sin suciedad ni polvo. Se debe encontrar los principales motivos por los que se genera suciedad en el puesto, para luego reducirlos o eliminarlos. Al llegar a esta limpieza se logra elevar el tiempo de vida de la maquinaria, un mejor funcionamiento de la misma y trabajadores más motivados, pues su sitio de trabajo siempre estará ordenado y limpio.

4. Seiketsu – Estandarizar:

En esta etapa se busca mantener todo lo alcanzado en las etapas anteriores. Para tal fin, se establecen estándares de trabajo mediante los cuales se realicen las labores diarias con calidad y de manera productiva. Estos estándares deben servir a los trabajadores para mantener sus puestos de trabajo mediante métodos operativos estandarizados.

5. Shitsuke – Disciplina:

Esta etapa se refiere a la disciplina necesaria para lograr mantener el efecto obtenido en las cuatro etapas anteriores. Para llegar a esta disciplina se debe controlar y comparar los objetivos establecidos con los objetivos obtenidos. Con este análisis se sacan conclusiones y se proponen mejoras donde es necesario. Muchas veces se debe de modificar los procesos para lograr los objetivos establecidos.

Figura 3: Las 5s de la manufactura esbelta



Fuente: Liker (2003)

2.5.1.5. Mantenimiento Productivo Total o TPM (Total Productive Maintenance):

El TPM busca evitar las fallas y defectos inesperados, de este modo se logra maximizar la disponibilidad de equipos y maquinaria productiva. Este mantenimiento se consigue al mantener actualizada y en condiciones óptimas la maquinaria. Para tal fin se necesita la participación múltiples departamentos, algo parecido al esquema de Calidad Total, pero enfocado a los equipos de manufactura. Feld (2002).

El TPM tiene seis actividades. Villaseñor (2009):

1. Eliminar las seis grandes pérdidas realizando mantenimiento, proyectos de equipos organizados en producción e ingeniería de las plantas. Las seis grandes pérdidas mencionadas son:

- Fallas de equipos, a causa de fallas que demandan alguna reparación.
- Pequeñas paradas, que se dan por interrupciones, trabas en la máquina, etc.
- Reducción de velocidad, generada por la pérdida de velocidad de operación.
- Ajustes y Set-up, se refiere a las modificaciones de las condiciones de las operaciones, inicios o cambio de turno y de producto.
- Disminución de eficiencia, ocasionada por desperdicio o falta de uso de materias primas. Ejemplo: Retazos de tela.
- Defectos y reprocesos, ocasionados por productos que no cumplen con las especificaciones o que son defectuosos.

2. Plan de mantenimiento, el departamento de mantenimiento debe designar que actividades se implementan en la planta. Consta de cuatro fases.

- Disminuir la variabilidad de las partes.

- Prolongar la vida útil de las partes.
 - Reponer habitualmente las partes deterioradas.
 - Pronosticar la vida útil de las partes.
3. Ingeniería preventiva, el departamento de ingeniería de la planta debe buscar eliminar todas las causas de problemas que se dan al momento de lanzar de una línea de producción nueva. Se pretende eliminar los inconvenientes provocados por las características de los equipos analizando la rentabilidad, mantenimiento, economía, operación, etc.
 4. Mantenimiento autónomo, el departamento de producción debe entrenar a los operadores en el programa de los 7 pasos (educación y práctica paso a paso) para lograr establecer las condiciones básicas del equipo.
 5. Diseño de productos fáciles de hacer, el departamento de diseño tiene que diseñar los productos de manera fácil y sencilla, que le sea de fácil acceso y entendimiento a todas las áreas. Así se logra evita los problemas que ocurren cuando a las otras áreas se les olvida como fabricar un producto y lo complicado que es.
 6. Educación y práctica, se debe dar un buen entrenamiento a los operadores y sus respectivas áreas para que puedan dar soporte al TPM y a las cinco primeras actividades.

2.5.1.6. Heijunka:

Esta herramienta es un método sofisticado para planear y nivelar la demanda del cliente durante un turno o un día a través del volumen y variedad. Esta herramienta puede no ser necesaria si el producto tiene una variedad pequeña o no, así como también si los lotes son pequeños o con flujo continuo. Villaseñor (2009).

2.5.2. Justo a Tiempo (Just in Time)

Consiste en diseñar un conjunto integrado de actividades con el fin de lograr volúmenes grandes de producción con inventarios mínimos de materia prima, trabajo en proceso y productos terminados. El principal fin de esta herramienta es lograr la reducción de los desperdicios desde las compras de materias primas hasta la producción. Chase (2002).

2.5.2.1. Pull system

Es un sistema de señalización que permite entregar el pedido correcto en el momento preciso, esto permite nivelar la producción y así balancear la línea de producción. Se ha desarrollado diversas formas para aplicar este sistema, las conocidas tarjetas o

Kanban, pero también se utilizan otras herramientas como las señales luminosas. Bravo (2011).

2.5.2.2. Kanban

Su significado japonés es “etiqueta de instrucción”. Su principal función es ser una orden de trabajo, es decir, un dispositivo de dirección automático que nos da información acerca de qué, cuanto y como se va a producir y como será transportado. Esta herramienta tiene 2 funciones principales: control de la producción y mejora de procesos.

En este sistema de producción, cada operación jala lo que necesita de la operación anterior, solo en la medida que lo necesita.

El Kanban tiene cuatro propósitos. Villaseñor (2009):

1. Evitar la sobreproducción y transportes innecesarios de los materiales en todos los procesos de producción.
2. Aportar instrucciones específicas para los procesos. Se debe establecer el tiempo que debe tardar el movimiento y la cantidad de materiales transportados.
3. Ser utilizada por los jefes de producción como un control visual y así saber si la producción está yendo según lo programado o no. El Kanban en el sistema tiene la ventaja de indicar, con

una rápida mirada, si los materiales y la información están avanzando según el plan o si existen anomalías.

4. Definir una herramienta la mejora continua. Cada kanban representa un inventario en el proceso. Luego de un tiempo y con su correcta aplicación, se irán reduciendo la cantidad kanbans en el sistema del mismo modo que se reducirán los inventarios y los tiempos de entrega para los clientes.

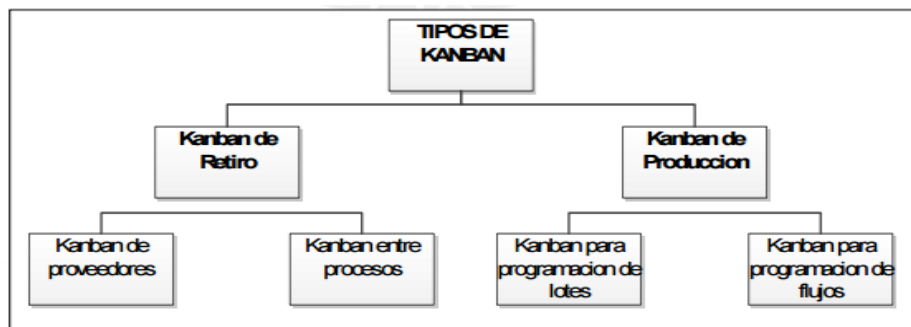
Hay 2 tipos principales de Kanbans: el kanban de producción (también conocido como kanban para hacer), y kanban de retiro (también conocido como kanban para mover).

Estos a su vez se dividen en 2 Kanbas los cuales se describen a continuación y se muestran en la figura 4:

- Kanban entre procesos: Da instrucción para el transporte de una pequeña cantidad (la producción de una unidad sería lo ideal, pero por lo menos debe ser un pitch) para los siguientes procesos.
- Kanban de proveedores: Se utiliza como indicador de que se requiere quitar partes a un proveedor externo y trasladarlas a un supermercado de partes para los siguientes procesos.
- Kanban para programación de lotes: Se utiliza para dar indicaciones de traslado de materiales hacia los siguientes procesos (los cuales se operan en lotes)

- Kanban para programación de flujos: Indica cuando se necesitar mover o quitar partes del área de almacenamiento y trasladarlas a los siguientes procesos dentro de la planta.

Figura 4: Tipos de Kanbans



Fuente: Villaseñor (2009)

2.5.2.3. SMED (Single Minute Exchange of Dies) o Métodos de cambios rápidos.

Esta herramienta busca disminuir lo más posible el tiempo de preparación de máquinas entre lotes de producción. Para lograr esto la meta principal es aumentar la capacidad de la máquina mediante un tiempo mínimo de cambio de herramientas, piezas y preparación, reduciendo también la posibilidad de errores.

Hay 2 tipos de operaciones al momento de preparar la maquinaria:

- a) IED o Preparación Interna.- Para realizar estas operaciones la máquina debe estar parada.
- b) OED – Preparación Externa.- Se pueden realizar estas operaciones con la máquina en funcionamiento.

Shigeo Shingo (1993) define las siguientes cuatro funciones del tiempo de preparación, las cuales deben ser consideradas al momento de hacer un primer análisis al proceso de preparación de máquinas:

- Preparar útiles y herramientas – 30%
- Ubicar y quitar útiles y herramientas – 5%
- Definir dimensiones correctas de útiles y herramientas – 15%
- Ensayar el proceso y ajustar según resultados – 50%

Shigeo Shingo (1993), precisa también seis técnicas principales para la reducción de tiempos de preparación las cuales van de la mano con las cuatro funciones explicadas:

1. Diferenciar las operaciones de preparación interna y externa:
Se debe tener bien claro cuales operaciones de preparación son OED y cuales IED. Así se puede conocer si es posible lograr cambios y mejorar, solamente redefiniendo el proceso.
2. Cambiar la preparación interna en externa:

Analizar a profundidad las operaciones para conocer si algún paso que era interno puede ser ligeramente modificado para que cambie a externo, pues así reducimos el tiempo que la máquina tiene que estar parada para ser preparada. Este cambio es el objetivo principal del SMED.

3. Estandarizar la función, no la forma:

Estandarizar todas las partes que se necesitan al momento de realizar la preparación.

4. Utilizar mordazas funcionales:

Las mordazas funcionales puede ser el método de pera, el método u-slot y el grapado externo, etc. De esta manera eliminamos elementos de atadura como pernos que son utilizados con bastante frecuencia al preparar las máquinas, pero también son los que más tiempo demoran en ajustar y desajustar, pues todas las vueltas que se le dan al momento de colocarlo o quitarlo son innecesarias, solo la primera y última vuelta son las que ajustan o desajustan completamente el perno.

5. Adoptar modos de operación paralela:

Para máquinas grandes, que tienen más de un lado de preparación, el tiempo que demora el operario para preparar la máquina considera los movimientos que debe realizar para ir de un lugar a otro lograr preparar la máquina correctamente.

Se puede superar este tiempo poniendo otro operario en la segunda posición de preparación posición de preparación.

6. Mecanización:

Utilizar técnicas mecánicas para mejorar el traslado de materiales y herramientas, para lograr esto se puede utilizar sistemas hidráulicos o presión neumática, siempre considerando que la inversión no se demasiado grande para lo que la empresa puede asumir. Así se puede mejorar los tiempos de preparación de máquinas.

2.5.2.4. Mapeo de la Cadena de Valor o VSM (Value Stream Mapping):

Esta herramienta busca generar cadenas de valor competitivas en las empresas manufactureras. Se debe realizar un seguimiento del flujo de materiales e información y plasmarlo en un gráfico normalizado. Este seguimiento debe empezar con la materia prima hasta llegar al producto terminado. Al realizar el mapeo se debe considerar todas las operaciones que se realizan, aunque algunas no den valor agregado al producto, ya que después estas actividades pueden ser utilizadas como posibilidades de mejora.

El objetivo del VSM, como de todas las herramientas de la manufactura esbelta, es mejorar los procesos y eliminar todo lo que no genera valor (desperdicios o mudas).

Según Villaseñor (2007) se deben seguir estos ocho pasos:

1. Infundir el compromiso hacia la manufactura esbelta
 2. Elegir la línea o producto a examinar.
 3. Dar capacitación acerca de la manufactura esbelta.
 4. Hacer el mapeo de cadena de valor actual.
 5. Establecer los medibles.
 6. Hacer el mapeo de cadena de valor futuro.
 7. Determinar los planes de mejora.
 8. Implementar los planes de mejora.
- Mapa de flujo de valor presente o Value Streaming Mapping (VSM).

Mapeo donde se aprecia todos los pasos que sigue el flujo de materiales e información desde que el cliente ordena el producto hasta que se entrega el producto terminado. Es importante porque demuestra la relación entre los tiempos de valor agregado y los tiempos de espera (No valor agregado).

- Mapa del flujo valor futuro o Value Streaming Future (VSF).

En este mapa se ve cómo debería quedar el flujo de materiales y de información luego de aplicar las actividades Kaizen y los cambios, por medio de loops, en las áreas de trabajo. Todo siempre enfocado en la filosofía esbelta y cumpliendo ciertos puntos para lograrlo:

- a) Utilizar el Takt time para adecuar el tiempo de procesamiento.

Al ser el cliente el que definirá el ritmo de la producción, habrá una respuesta y resolución más rápida ante problemas, se reducirán lo más posible los tiempos de parada por Set up y se minimizaran los desperdicios.

- b) Tener líneas de producción con un flujo continuo.

Con un flujo continuo se lograra reducir los tiempos de espera las piezas necesarias para la producción pasan de una etapa a otra en el proceso, también se conseguirá combinar procesos, poder trabajar en celdas de manufactura y minimizar espacios.

- c) Trabajar mediante supermercados de reposición cuando implementar un flujo continuo de trabajo no se posible.

- d) Los requerimientos del cliente debe ser el principal marcapasos de la producción.

e) Se debe nivelar el nivel de producción con el fin de evadir retrasos por los cuellos de botella propios un proceso desnivelado. Se puede utilizar el panel Heijunka, donde se colocaran tarjetas Kanban distribuidas en los diferentes puestos de trabajo y así iniciar un sistema pull.

f) Establecer cada cuanto hay que producir una pieza.

Así se logra saber el tiempo que se utiliza en producción efectiva y el tiempo que se tarda para cambiar de producto y preparar la maquinaria. Esto servirá para luego minimizar estos tiempos de cambio y ganar flexibilidad.

Las ventajas de la aplicación de VSM como parte de herramientas de Lean, explicadas por Rother (1998) son:

- Es una técnica gráfica acompañada por datos numéricos que ayuda a la comprensión de la situación actual. Esto facilita la visión del flujo de materiales y la información.
- Todo el equipo de trabajo establece un mismo lenguaje para el análisis y comprensión del sistema.
- La aplicación de varias herramientas de Lean Manufacturing en una sola técnica.
- Posibilidad de VSM como punto de partida de un plan estratégico de mejora gracias a su gran descripción del proceso productivo.

2.5.3. Jidoka.

Quiere decir “automatización con un toque humano” y permite un autocontrol de calidad en el proceso. Mediante esta herramienta se logran detectar anomalías en el proceso para luego corregirla e investigar su causa para eliminarla permanentemente. Bravo (2011).

2.5.3.1. PokaYoke:

Esta herramienta es otro aspecto desarrollado por Shigeo Shingo después de la segunda guerra mundial, fue diseñado para enfocarse en la búsqueda de la calidad de la fuente y en la recolección de los defectos tanto como sea posible desde su fuente. Shigeo (1987).

A continuación se listan los cinco mejores PokaYoke:

1. Pines de guía de distintos tamaños.
2. Alarmas y detección de errores.
3. Switch de límites.
4. Contadores.
5. Lista de chequeo.

El PokaYoke emplea tres funciones básicas contra los defectos: parada, control y aviso. El reconocimiento de que un defecto está

a punto de ocurrir se denomina “predicción”, y reconocer que un defecto ya ha ocurrido se denomina “detección”.

2.5.3.2. Andon

Es el término japonés que significa “ayuda”. Es un tablero de luces o señales luminosas que indican las condiciones de trabajo de un área entera de producción, el color indica el tipo de problema o la condición de trabajo. Bravo (2011).

2.6. Balanceo de línea y aplicación de sistema modular en línea de ensamble

2.6.1. Balance de línea

El balance de línea es una de las herramientas más importantes para el control de la producción, dado que de una línea de fabricación equilibrada depende la optimización de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso, variables tales como los son los inventarios de producto en proceso, los tiempos de fabricación y las entregas parciales de producción. El objetivo fundamental de un

balanceo de línea corresponde a igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso.

Establecer una línea de producción balanceada requiere de una juiciosa consecución de datos, aplicación teórica, movimiento de recursos e incluso inversiones económicas. Por ende, vale la pena considerar una serie de condiciones que limitan el alcance de un balanceo de línea, dado que no todo proceso justifica la aplicación de un estudio del equilibrio de los tiempos entre estaciones. Tales condiciones son:

- Cantidad: El volumen o cantidad de la producción debe ser suficiente para cubrir la preparación de una línea. Es decir, que debe considerarse el costo de preparación de la línea y el ahorro que ella tendría aplicado al volumen proyectado de la producción (teniendo en cuenta la duración que tendrá el proceso).
- Continuidad: Deben tomarse medidas de gestión que permitan asegurar un aprovisionamiento continuo de materiales, insumos, piezas y subensambles. Así como coordinar la estrategia de mantenimiento que minimice las fallas en los equipos involucrados en el proceso.

2.6.2. Sistema modular en líneas de producción

La producción modular es un sistema de producción flexible basado en la filosofía “justo a tiempo”, que pretende desarrollar una producción halada por el cliente y administrada por un equipo de trabajadores polivalentes que aplican la mejora continua en los procesos a su cargo. El tamaño de lote ideal de este sistema de producción es “1”, lo que le permite flexibilidad frente a los cambios del mercado.

Los principales beneficios obtenidos por dicha producción son:

- Reducción de costos del producto.
- Respuesta rápida a las exigencias del mercado.
- Incremento de la calidad del producto reduciendo el porcentaje de prendas defectuosas.
- Mejor aprovechamiento de la superficie de la planta.
- Menor capital inmovilizado por inventarios innecesarios.
- Desarrollo del potencial humano.
- Cumplimiento con los plazos de entrega

2.6.3. Multifuncionalidad de la mano de obra

La multifuncionalidad se define como "diseñar puestos de trabajo que permitan a la gente desempeñar dos o más funciones de trabajo que tradicionalmente estaban separadas". Esta definición implica que si una función de trabajo requiere "múltiples habilidades", será necesario cierto grado de capacitación para permitir que el individuo lleve a cabo el trabajo. Un concepto similar pero que no necesariamente requiere capacitación, es la realización de múltiples tareas.

2.6.3.1. Dimensiones de la multifuncionalidad

La multifuncionalidad se divide en tres dimensiones:

- Multifuncionalidad vertical – El empleado realiza tareas de supervisión o administrativas como supervisar o dirigir a un equipo autónomo. Lo cual tiene el potencial de empoderar a los empleados que tienen aspiraciones gerenciales y demuestra un alto grado de confianza en el personal.
- Multifuncionalidad horizontal – En este caso, el empleado asume otra tarea (servicios) que está al mismo nivel que su tarea original. Por ejemplo, si un contrato de outsourcing requiere dos empleados para servicios de limpieza y un

empleado a tiempo parcial para servicios de alimentación, entonces se pueden crear dos puestos mediante la multifuncionalidad de manera que la limpieza se pueda realizar en la mañana y por la tarde, mientras que las funciones de alimentación se realicen a mediodía.

- Multifuncionalidad profunda – En este caso, se adquiere un conjunto complejo de habilidades dentro de la misma función de trabajo, con el objetivo de ofrecer un mejor servicio global para el cliente. Por ejemplo, un trabajador de control de plagas que se dedica a vaciar y limpiar trampas para ratas, puede recibir capacitación para reparar una alarma descompuesta o dar mantenimiento a la tecnología de control de plagas utilizada en el sitio, lo cual añadiría valor para el cliente.

En la mayoría de los casos, la solución ideal será una combinación de las tres dimensiones.

2.6.3.2. Implicaciones de la multifuncionalidad

Los trabajos que requieren múltiples habilidades tienen muchas implicaciones para el proveedor de servicios, el empleado y el cliente.

- **Beneficios para la empresa**

Desde el punto de vista del proveedor de servicios, los beneficios principales son menores costos y una mayor flexibilidad.

Los costos generales de personal disminuyen a través de necesidad de menos personal debido al mejor uso del personal existente, menores costos de reclutamiento de personal temporal, ya que los empleados serán más capaces de sustituirse unos a otros y por ultimo una mayor flexibilidad y una mejor productividad.

La flexibilidad se incrementa debido a que más empleados son capaces de sustituirse unos a otros. Esto produce una mayor satisfacción del cliente y una mejor calidad del trabajo.

- Beneficios para el empleado

Desde el punto de vista del empleado, los principales beneficios son un mejor uso de sus habilidades, una mayor variedad en el trabajo, un mejor salario y una mayor motivación en el trabajo.

Los empleados pueden recibir un mejor salario como resultado de la mayor productividad y de los mayores ingresos de la empresa en contratos que requieren habilidades múltiples.

Las posibilidades de ascenso entre los empleados suelen mejorar, ya que los empleados reciben mayor capacitación y, en algunos casos, capacitación relacionada con tareas de supervisión y gerencia cuando se introduce la multifuncionalidad vertical.

Por definición, la variedad en el trabajo aumentará. Si se introduce adecuadamente la multifuncionalidad, el empleado considerará este hecho como un beneficio. Sin duda, a muchos empleados les preocupará su capacidad de asumir nuevos trabajos, por lo que las habilidades interpersonales de los gerentes tendrán una influencia decisiva para determinar si los empleados asumen un punto de vista positivo o negativo sobre la variedad en el trabajo.

Una importante condición previa para contar con empleados de servicios motivados, capaces y con múltiples habilidades es la idea de que siempre es necesario aumentar las habilidades de los empleados, y, si es posible, evitar asignar tareas de servicio menores a aquellos empleados que cuenten con un alto nivel de habilidades.

- Beneficios para el cliente

El cliente se beneficiará al obtener menores costos de servicio (como consecuencia de que la empresa necesitara menos personal), una mejor calidad del servicio y un menor tiempo de respuesta. El hecho de que los empleados de servicio puedan sustituirse unos a otros significa que el cliente experimentará muchas menos interrupciones en el servicio general.

CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1. Descripción del sector textil y de confecciones:

3.1.1. Introducción:

El Ministerio de Producción indica que el sector textil y confecciones es uno de los más trascendentes del país constituye uno de los sectores más importantes del país. En 2014 11% del PBI manufacturero y 1.6% del PBI global este sector contribuye con el 11% del PBI manufacturero y el 1.6% del PBI global fue contribuido por este sector. Además, da al país más de 350 000 puestos de trabajo directos y otros muchos puestos por servicios relacionados con el sector. Tiene dos grandes grupos: Las empresas exportadoras de prendas de vestir, primordialmente prendas registradas en el capítulo 61 y 62 del arancel de aduanas. Y el mercado interno, el cual es muy grande y tiene muchas oportunidades de progreso, el centro comercial Gamarra, calificado como el centro textil más grande de Latinoamérica, es donde se concentra la mayor cantidad de este mercado (Triveño, 2012).

Esta industria es considerada como integrada, pues incluye proveedores de materias primas, empresas distribuidoras, etc. Por tal motivo generan un aumento en la demanda de mano de obra, especialmente en empresas de Lima Metropolitana, Arequipa y

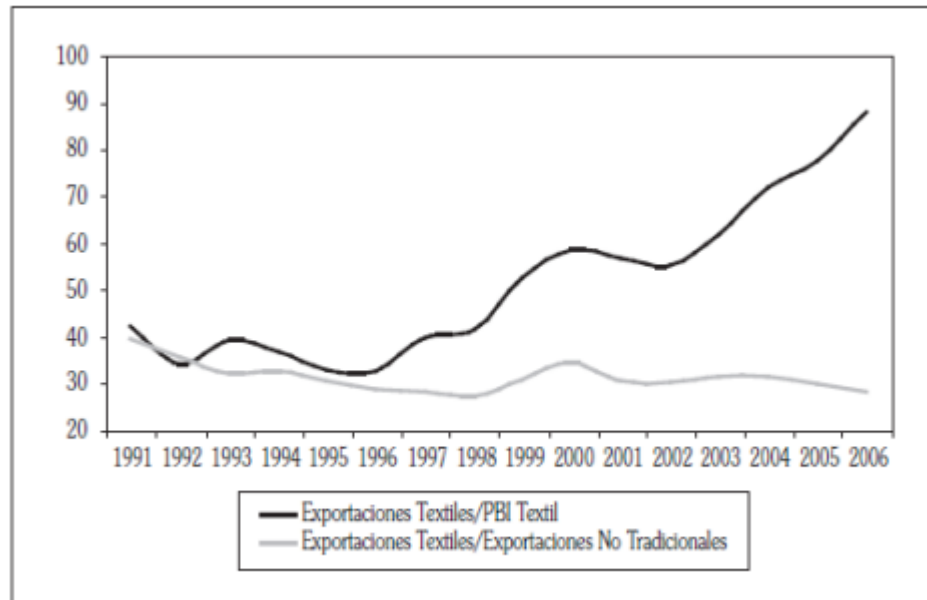
Chincha. En la ciudad de Chincha se encuentran las empresas Top y Top, Textil del Valle, entre otras, mientras que en la ciudad de Arequipa están las empresas Incalpaca, Michell y Franky y Ricky, por mencionar algunas.

En 2011 las exportaciones de este sector fueron de 1985 millones de dólares, valor muy próximo a los 2025 millones de dólares conseguidos en 2008. Por tal motivo, y considerando los nuevos TLC (tratados de libre comercio) firmados en los últimos años, el futuro de las exportaciones del sector es bastante alentador.

Con relación al mercado interno, la demanda de textiles se está incrementando cada año. Según el Ministerio de Producción, los índices industriales de textiles y confecciones, está en 7% y 32% respectivamente.

En el gráfico 1, se aprecia la propensión de progreso en las exportaciones del sector textil.

Gráfico 1: Dinámica del Sector Textil



Fuente: INEI y BCRP

3.1.2. Materias primas:

Las fibras usadas como materia prima en el sector textil, según su origen, pueden clasificarse como fibras naturales y fibras químicas. Leidinger (1997: 211). El algodón, lana, lino y seda son algunas de las más importantes fibras naturales. El poliéster, los rayones y el polivinilo son ejemplos de las más importantes fibras químicas. La clasificación de estas fibras se muestra en la tabla 1.

Mientras que en el gráfico 2, se observa la progresión de la producción mundial de algodón entre 1997 y 2011, datos más recientes recogidos

de la página del departamento de agricultura en el 2017, en el cual se aprecia que con los avances tecnológicos en las fibras sintéticas, el algodón ha ido perdiendo participación en el mercado mundial.

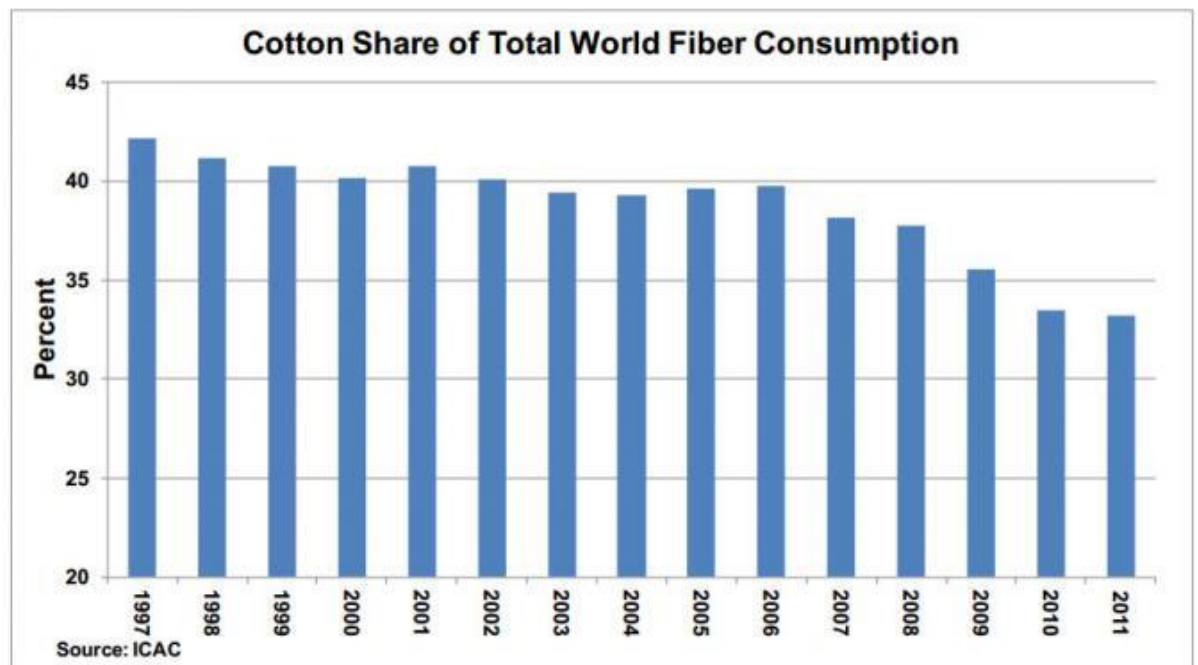
A pesar de esto, en el presente estudio, se dará mayor importancia al análisis del algodón, por su relevancia en la industria textil del Perú, especialmente en el tejido de punto.

Tabla 1: Clasificación fibras textiles

FIBRAS NATURALES	VEGETALES (celulosa)	De fruto y semilla	Algodón, Coco
		De tallo	Lino, Cáñamo, Bambú, Yute
		De hoja	Esparto, Sisal, Miraguano
	ANIMALES (proteína)	Glándulas Sedosas	Seda, Seda Salvaje
		Folículos Pilosos	Lana, Cachemire, Angora, Crin
	MINERALES (inorgánica)	Amianto, Metales (Oro, Plata)	
FIBRAS QUÍMICAS	ARTIFICIALES	Celulósicas	Rayones (Viscosa, Acetato), Caucho, Látex
		Proteínicas	Vegetales (Ardil), Algas (Alginato), Animales (Fibrolana)
		Metálicas	Oro, Plata, Cobre
	SINTÉTICAS	Policondensación	Poliamida, Poliéster
		Polimerización	Polivinilo, Poliuretano, Polipropileno

Fuente: Tapicerías Carrasco España 2016

Gráfico 2: Porcentaje de producción de algodón en el mercado mundial de las fibras textiles (1997-2011)



Fuente: U.S Department of Agriculture, 2017

3.1.3. El algodón

Según Leidinger (1997: 215-217), el algodón es una “fibra de hasta 60 mm de largo, con espesor de 1 a 4 dtex (1 dtex = peso en gramos de una fibra de 10000 metros), de sección oval, lisa, consistente básicamente de celulosa casi pura y recubierta de una capa cerosa, que debe ser removida por lavado”.

Existen muchas variedades de algodón, las principales en el mercado peruano son el Tangüis, fibra larga y sedosa desarrollada genéticamente en el Perú, y el algodón Pima, el más importante para producir telas de gran valor agregado. En la costa peruana, entre septiembre y octubre, se siembra el algodón para luego cosecharlo entre mayo y junio de cada año.

Para obtener algodón lo primero que se realiza es el cultivo de la semilla y recojo de la misma, luego este debe clasificarse considerando el tamaño de la fibra y su longitud. Después, se deben separar las impurezas como hojas, insectos, entre otros (proceso conocido como desmontado) y remover las fibras de las semillas, de las cuales se saca su propio aceite en otro proceso. Ya desmontado el algodón se debe procesar en prensas hidráulicas, para reducir su volumen en aproximadamente un tercio, luego se enfardela y se ubica zunchos, que aprisionan cada “paca” (unidad para la venta de algodón). Por último se transporta a las industrias de hilados o para ser exportado.

Al algodón es producido en promedio de 20 a 24 toneladas métricas por año, en más de 50 países. En el año 2014-15 con más del 63% de la producción mundial, se ubicaron: India, Estados Unidos y China. Los restantes 37% fueron producidos por Uzbekistán, Brasil, Pakistán, Australia, entre otros. (Corrales, 2017).

Index Mundi (2014), indica que Perú está en el puesto número 29 del ranking mundial de producción de algodón con más 43 600 toneladas métricas al año (0.2% de la producción mundial). Del mismo modo Pakistán, India y China son los máximos compradores a nivel mundial de algodón con un 60%.

El precio mundial del algodón ha variado mucho a lo largo del tiempo. Entre 2005 y 2007 tuvo una propensión a la baja. Pero, desde el 2008, el precio fue en aumento, hasta llegar a 80.16 centavos de dólar por libra. Este incremento del costo del algodón ocurrió por la gran demanda de las mayores economías globales como China y Estados Unidos.

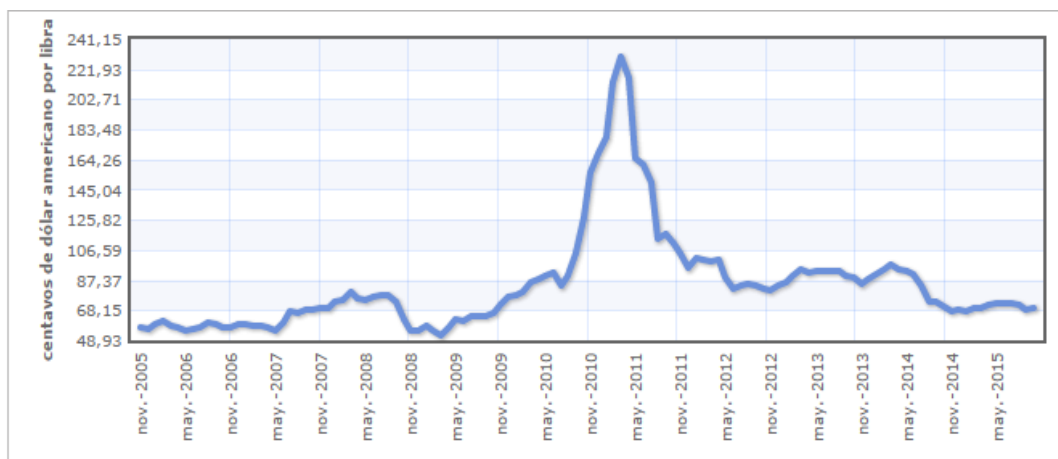
A finales del 2009, la cotización del algodón era de 76.78 centavos de dólar por libra. Sin embargo, en el 2010, el precio llegó a 104.73 centavos de dólar por libra, es decir tuvo un incremento de más de 63% comparado con el año pasado. Esta propensión creciente, llegó a su máximo a mediados del 2011, donde superó 200 centavos de dólar por libra. La principal razón a este pico fue la especulación de las industrias chinas con relación a la fabricación de la materia prima. Después de

llegar a su máximo, la cotización del algodón comenzó a bajar hasta quedar en aproximadamente en los 100 centavos de dólar por libra.

En octubre del 2017 el precio mundial de algodón llegó a los 69 centavos de dólar por libra y mes a mes presenta pequeños aumentos y disminuciones pero la tendencia es a la baja. Tener presente la evolución de la cotización global del algodón, es muy importante, pues las constantes oscilaciones, no favorecen ni a los productores nacionales (si el precio cae demasiado) ni a las industrias de confecciones (si el precio aumenta demasiado).

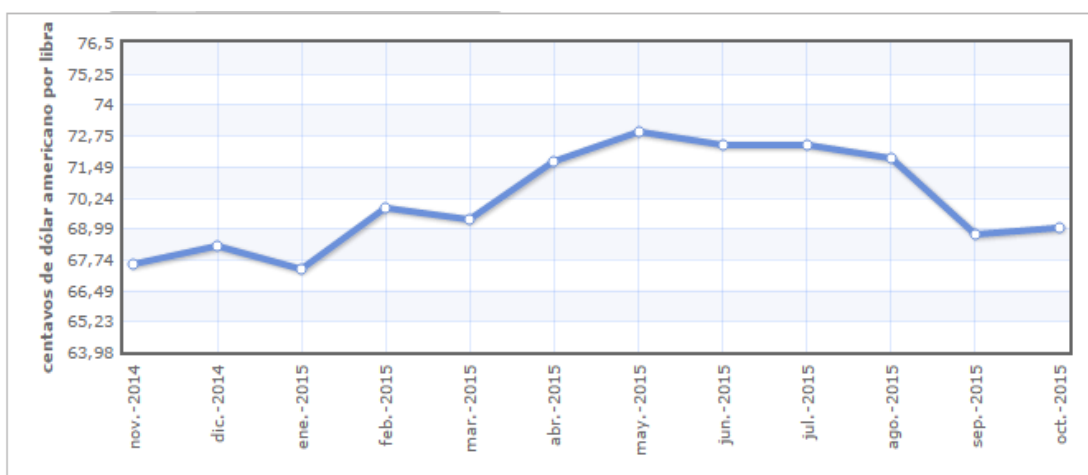
En el gráfico 3 se aprecia la evolución del precio del algodón del 2005 al 2015 mientras que en el gráfico 4 se muestra la misma evolución pero dentro del año 2015 para ver mejor el comportamiento reciente del mismo.

Gráfico 3: Evolución del precio del algodón en los últimos 10 años



Fuente: IndexMundi

Gráfico 4: Evolución del precio del algodón en el último año



Fuente: IndexMundi

3.1.4. Procesos:

Los procesos que se realizan en la producción de prendas de vestir se explican a continuación, la cual se divide en dos etapas. Primero se debe fabricar la tela acabada, etapa que va desde cardado del hilado hasta el proceso de acabado textil.

Luego se explican los procesos para desarrollar la prenda acabada, y esta etapa va desde el proceso de corte, hasta el proceso de acabado de prenda. Aparte se describe el proceso de control de desperdicios y mermas, por su importancia dentro de la manufactura esbelta y el proyecto.

3.1.4.1. Hilado:

En este proceso, lo que se hace es reducir la finura del hilo a un grado adecuado. El objetivo de esta reducción es que el hilado llegue a la resistencia, finura, torsión y tensión especificadas en la ficha técnica.

3.1.4.2. Habilidadado de hilado Crudo

En este proceso el hilado es llevado al enconado (proceso donde, según las especificaciones técnicas, son enrollados en conos de cartón)

3.1.4.3. Teñido de hilado

Con el hilado ya en los conos y siguiente las especificaciones técnicas dadas por el cliente se tiñe el hilado, para luego volverlo a enconar para tejer la tela.

3.1.4.4. Desarrollo de tela

En este proceso se determinan las telas a desarrollar, se hace una ficha técnica con el fin de que la tela genere ganancias para la empresa.

3.1.4.5. Tejido

En este proceso se convierte el hilado, ya sea crudo o teñido, en tela acabada y lista para ser procesada. Para este fin hay dos tipos de tejidos: el tejido rectilíneo, que se usa primordialmente para producir complementos como pecheras, puños o cuellos de las prendas y el tejido circular, del cual se sacan las telas primarias y que van en el cuerpo de la prenda.

3.1.4.6. Teñido o proceso húmedo de tela cruda

En este proceso y según el color indicado en los requerimientos técnicos, se brinda a la tela cruda un color específico. Las telas crudas derivadas de hilados teñidos, a las cuales se les conoce como listados, pueden pasar por el proceso húmedo o ir directamente al proceso de acabado textil, todo depende de las especificaciones técnicas de la tela.

3.1.4.7. Acabado textil

En este proceso se le colocan a la tela teñida, con el fin cerciorarse que los tintes estén bien fijados y no haya encogimientos excesivos, determinados compuestos químicos, todos estos descritos en la ficha técnica de la tela solicitada por los clientes.

3.1.4.8. Corte

Proceso mediante el cual se convierte tela acabada, siguiendo la ficha técnica del producto requerido, en piezas o componentes de la prenda. En este punto se tiene cuatro subprocesos: Reposo de la Tela, Tendido de la Tela, Corte y Habilitado de los componentes para la costura.

3.1.4.9. Diseño y desarrollo de prenda

En este proceso se transforma lo solicitado por el cliente en una ficha técnica, la cual será usada luego en todos los procesos de confección. En algunos casos se puede decidir no realizar algún

producto, pues este no generaría valor para la empresa. Dentro de la cadena de valor, el proceso de diseño y desarrollo es clave, ya que determina la eficiencia de los siguientes procesos.

Este proceso debe ser fortalecido y sostenido, ya que la ejecución de las actividades referidas al diseño y desarrollo, necesitan las capacidades que soportan cada subproceso y, de no considerarse correctamente, pueden generar conflictos de necesidades con el proceso de confección.

3.1.4.10. Costura

En este proceso se transforma tela cortada en prendas terminadas, estas prendas deberán pasar por el proceso de embellecimiento (descrito en el siguiente punto), antes de llegar al control de calidad final y procesos finales.

Es importante precisar que este proceso el que más mano de obra directa demanda. Por tal motivo se debe estar en constante búsqueda de mejores métodos de trabajo para poder cumplir con los nuevos requerimientos de los clientes, como son la reducción en los tiempos de entrega, estilos más complicados, entre otros.

3.1.4.11. Embellecimiento

El proceso de embellecimiento es el que busca dar una diferencia a las prendas, dependiendo de las tendencias, moda, requerimientos del cliente o criterios del mercado. Podemos mencionar como principales a:

- **Estampado:** En este proceso se imprime un diseño específico en la prendas usando pinturas especiales. Las pinturas para el estampado pueden ser “base al agua” y “base plastisol”. Para este proceso hay que seguir subprocesos los cuales son la preparación de los cuadros, el revelado y la impresión.
- **Bordado:** En este proceso se imprime un diseño en la prenda mediante puntadas de hilado. Los subprocesos que sigue son el diseño del logo en computadora y la impresión.

3.1.4.12. Acabados de la prenda

En este proceso se inspecciona, embolsa y coloca dentro de cajas o sacos (cuando es necesario) todo lo confeccionado.

Se debe cumplir con varias normas de seguridad, como acceso restringido o cámaras de seguridad, en este proceso, pues es el

encargado de guardar y cuidar las prendas hasta que son trasladadas al almacén.

3.1.4.13. Control de mermas y desperdicios

Proceso mediante el cual, analizamos las mermas y desperdicios generados de la elaboración de los productos, con el objetivo de realizar un correcto y eficiente balance de línea, con los más altos niveles de productividad.

3.2. Antecedentes y condiciones actuales de la empresa:

3.2.1. Introducción:

La empresa, nombre con el cual se le denominara en adelante a la organización donde se realizará el estudio, empezó sus operaciones en el departamento de Arequipa desde el año 2000 con una razón social diferente puesto que se contaba con más propietarios, a partir del año 2012 y hasta la fecha se desempeña con una nueva razón social.

La empresa es una MYPE, específicamente una Microempresa, y se encuentra regida por el régimen tributario general. Esta empresa se

dedica a la producción y distribución de toda clase de prendas de vestir confeccionadas con algodón o materiales sintéticos de poliéster, tanto para el sector industrial como para personas naturales en la ciudad de Arequipa y ciudades del sur del país como Tacna, Moquegua, Juliaca, entre otros.

La empresa no fabrica su propio hilado sino que compra las telas ya tejidas y teñidas y solo se dedica a producir el producto terminado, es decir solo se dedica a la etapa 2 del proceso de fabricación de prendas de vestir explicado en el punto 3.1.

Las instalaciones de la empresa están ubicadas en la ciudad de Arequipa, se cuenta con alrededor de 30 trabajadores distribuidos entre el área administrativa, producción y tienda.

3.2.2. Productos:

Los productos que la empresa ofrece se pueden dividir en 2 clases:

- Algodón: Estos son los productos fabricados en base a algodón jersey, algodón franela, algodón pique, drill y Oxford, pudiendo ser 100% algodón o una mezcla de algodón con materiales sintéticos, estos son el 80% de lo que produce la empresa. En esta categoría están los polos (institucionales, publicitarios o

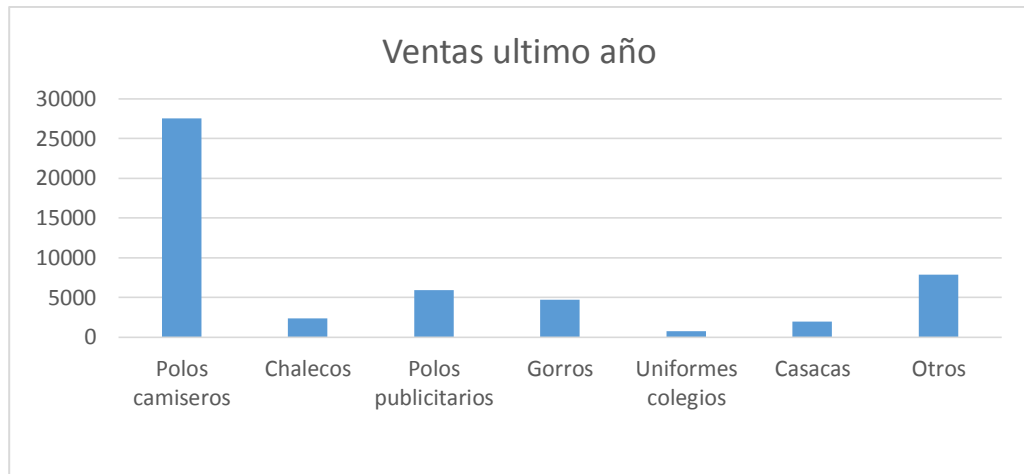
personalizados), chalecos de seguridad, casacas, poleras, gorros, camisas, entre otros.

- Sintéticos: Esta categoría se refiere a las prendas producidas en base a poliéster como son el dry, la licra o polinan. Ejemplos de estos productos son los uniformes y buzos deportivos o los trajes para anfitrión.

Además, desde el año 2014, se hizo un convenio con las marcas internacionales Head y Samsonite para la distribución y comercialización de mochilas, maletas, bolsos y accesorios en Arequipa y todo el sur del Perú.

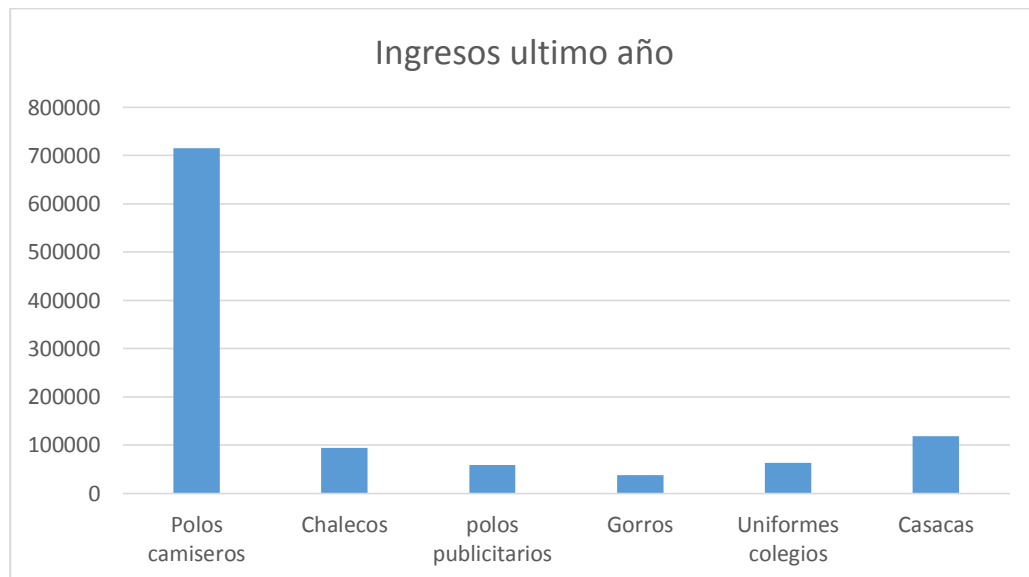
En los gráficos 5 y 6 podemos apreciar las cantidades aproximadas de unidades vendidas de los principales productos que la empresa fabrica y los ingresos aproximados que estos productos generan respectivamente.

Gráfico 5: Unidades vendidas por la empresa en el último año



Fuente: La empresa/Elaboración propia

Gráfico 6: Ingresos por producto vendido por la empresa en los últimos 3 años



Fuente: La empresa/Elaboración propia

3.2.3. Clientes:

Los principales clientes de la empresa son grandes compañías ubicadas en la ciudad de Arequipa y el sur del Perú, a las cuales se les vende normalmente uniformes para su personal y prendas publicitarias.

Entre los clientes más importantes de la empresa podemos mencionar:

- Compartamos Financiera
- Club Internacional Arequipa
- América Móvil del Perú (Claro)
- Sociedad Minera Cerro Verde
- Papelera Panamericana
- Compañía Minera Antapaccay

Entre otras, pero también se atiende pedidos personalizados a toda persona o compañía que se contacte con la empresa.

3.2.4. Áreas:

Las áreas con las que actualmente se cuenta son:

- Área de producción: Aquí se realizan los procesos de corte, confección y fusonado. Es el área más grande de la empresa en donde se concentran todas las máquinas necesarias para

confeccionar las prendas. Dentro de ella se encuentra la jefatura y supervisión de corte y confección.

- Almacén: Es la responsable de ver que todos los requerimientos diarios de la empresa siempre sean cumplidos. Estas necesidades incluyen las de los operarios de corte, de costura, de bordados, etc. Y normalmente son la realización del pedido y recepción de insumos y materias primas. Además recibe y realiza el despacho de las prendas terminadas.
- Bordados: Se encarga de la realización de los bordados en las prendas de acuerdo al requerimiento de los clientes y previo diseño en computadora.
- Acabados: Aquí se dan los toques finales a las prendas, alistarlas y empaquetarlas para enviarlas a almacén. Además se realiza control de calidad de las prendas para detectar cualquier falla.
- Administración y secretaria: Su responsabilidad es realizar las cotizaciones, coordinar los pedidos con el cliente y realizar las órdenes de producción. Una vez listos los pedidos esta área debe coordinar la entrega de los mismos, así como de los documentos afines a esta actividad, tales como la elaboración de facturas y guías de remisión, entre otras. También se encargan de las finanzas de la empresa.

- Tienda: En esta área se realizan las ventas a clientes que llegan a comprar prendas ya terminadas, únicamente se venden uniformes para colegios, no se cuenta con una marca de ropa propia. Además de las prendas, en esta área se venden los productos de las marcas Head y Samsonite.

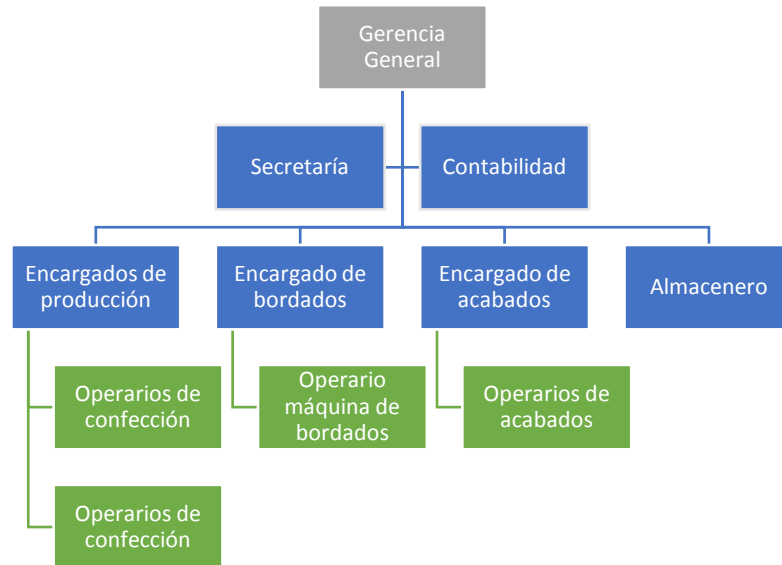
Cabe mencionar que la empresa no cuenta con un área de estampados para las prendas, este servicio se terceriza cuando es solicitado.

3.3. Organización de la empresa

Se realizó un organigrama no oficial ni público para mostrar el diseño y la estructura de la organización. Esta figura se planteó basándose en información dada por la empresa.

El organigrama general de la empresa se observa en la figura 5.

Figura 5: Organigrama general de la empresa



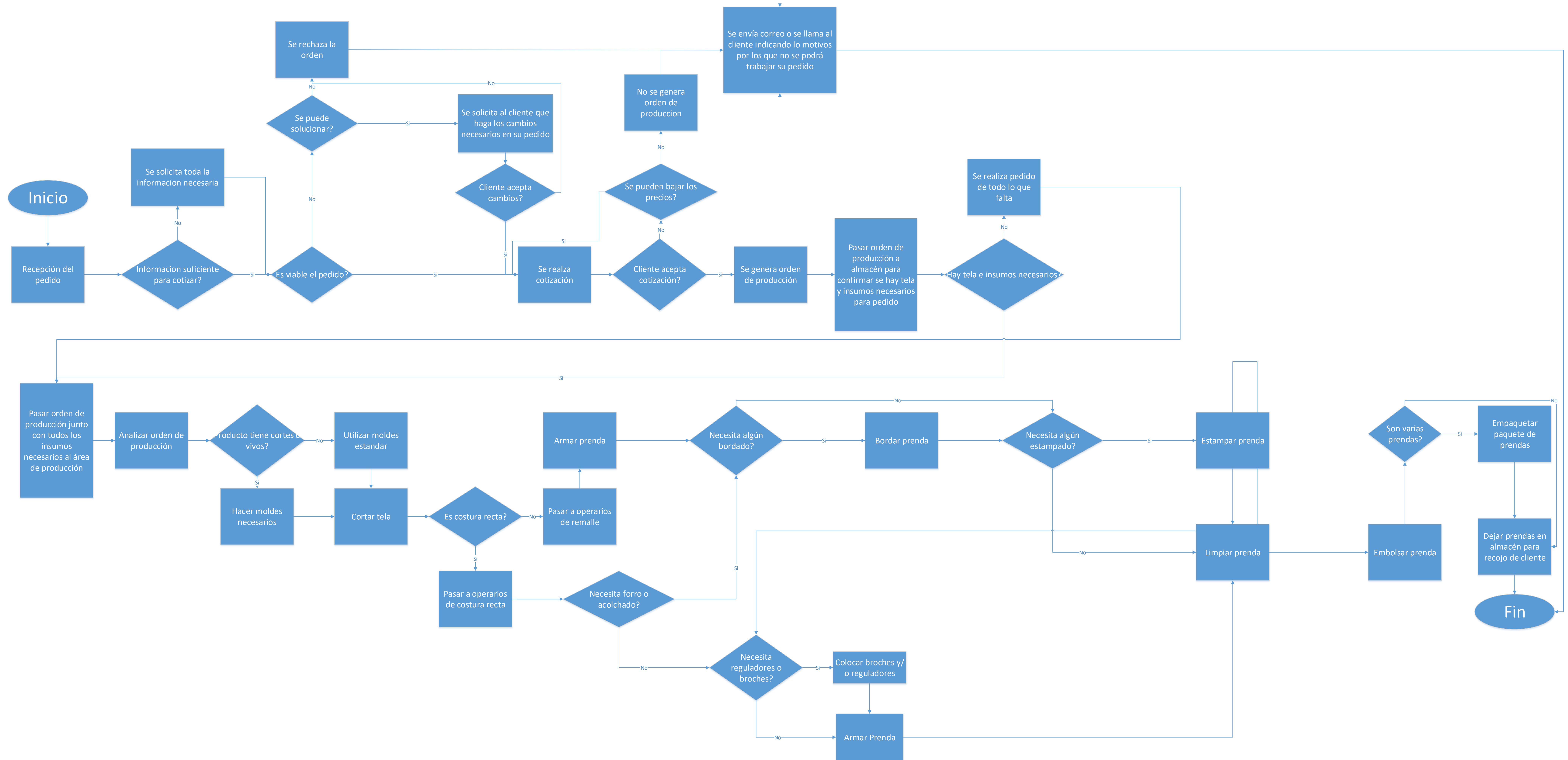
Fuente: Elaboración propia mediante información brindada por la empresa

3.4. Descripción general de los procesos productivos:

La producción de la ropa desde que se recibe el pedido hasta que se lleva al almacén el producto terminado, sigue todas las etapas mostradas en la figura 6. Asimismo se explicara los procesos manufactureros más importantes para la producción de los diferentes productos, se tomara como ejemplos para explicar los procesos realizados la fabricación de polos cuello redondo, casacas y polos cuello camisero.

La empresa trabaja con rollos de tela, del color y características solicitados por el cliente, como materia prima. Esta tela ingresa en la línea de producción para empezar a desarrollar las prendas.

Figura 6: Diagrama de flujo general de los procesos productivos

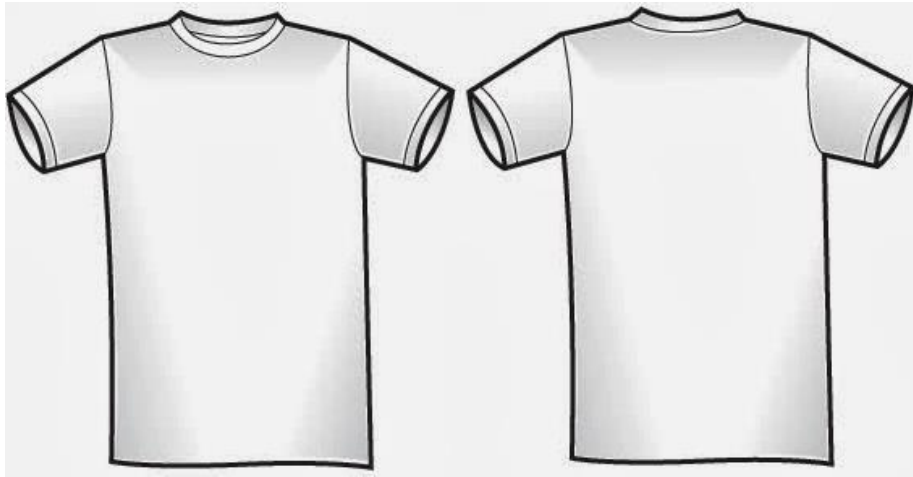


3.4.1. Confección de polos cuello redondo:

Para este producto la primera operación que se realiza es el corte, de acuerdo al modelo especificado por el cliente (si tiene algún corte o vivo especial o si es liso), ya que si tienen algún corte o vivo especial el cortador tiene que diseñar el molde para cortar la tela, mientras que si es liso se utilizan los moldes estándar con los que cuentan. Luego las prendas pasan al armado, para este caso se utiliza únicamente remalle (máquinas remalladoras). Luego los polos ya armados pasan a la limpieza, esto se realiza en el área de acabados, aquí limpian el polo de todos los hilos que han quedado de la costura, y en el bordado de ser el caso, para a continuación ser embolsadas, empaquetadas y transportadas al almacén para su entrega.

Cabe señalar que si el polo tendrá algún bordado o estampado esto se puede realizar luego del corte, del armado o de la limpieza, pero normalmente se realiza esta operación luego del armado. De ser bordado se pasa el polo en cualquiera de las etapas antes señaladas, al área de bordado para que se le borde lo solicitado, mientras que de ser estampado, al no haber un área dentro de la empresa, se tiene que transportar al local de alguno de los estampadores que trabajan con la empresa para que los estampen y luego se tendrá que volver a transportar el polo a la empresa para que continúe con la operación que le corresponde.

Figura 7: Imagen de un polo cuello redondo terminado



Fuente: La empresa

3.4.2. Confección de casacas

En el caso de este producto la primera operación que se realiza es igualmente el corte, de acuerdo al modelo especificado por el cliente, con las mismas consideraciones que en los polos, si el modelo tiene cortes o vivos o si es un modelo estándar. Luego las prendas pasan al armado y al contrario de los polos aquí se utiliza la costura recta (máquinas rectas), este proceso es más complicado porque se tiene que agregar forro, acolchado, elásticos en faldón, mangas y a veces cuello, según el modelo, como también cierres tanto central como para los bolsillos, si es que tiene.

Además si la casaca es con reguladores o broches se crean operaciones adicionales que son la de la colocación del cordón que se utilizara para regular y la de la colocación de los broches, en ambos casos lo realizan en el área de acabados con la diferencia de que la colocación del regulador se tiene que hacer antes de culminar con el armado y devuelven la prenda a costura recta para terminar la prenda, mientras que en el caso de los broches estos se colocan una vez culminado el armado utilizando una máquina especial para dicho fin.

Una vez confeccionada la casaca (y el bordado en la mayoría de los casos) se pasa a la operación de limpieza, realizando lo mismo que en los polos, para luego ser embolsada, empaquetada y transportada al almacén para su entrega.

A diferencia de los polos, si la casaca tendrá algún bordado, y esta cuenta con forro o acolchado (lo que se da prácticamente todas las veces) este puede realizarse únicamente antes de la armado debido a que el forro y acolchado no permite a la máquina bordadora trabajar correctamente. De necesitar estampado o si es una casaca sin forro ni acolchado esta operación puede realizarse luego del corte, del armado o de la limpieza igual que el polo siguiendo los pasos que corresponden para el bordado o estampado

Figura 8: Imagen de una casaca terminada



Fuente: La empresa

3.5. Descripción del proceso de fabricación de polos camiseros:

Para los polos camiseros la primera operación que se realiza es igualmente el corte considerando las características solicitadas por el cliente y siguiendo los pasos de las otras prendas explicadas. Luego las prendas pasan al armado y en este caso se utilizan tanto costura recta como remalle. La primera se utiliza para para la confección de las pecheras y, de ser el caso, el bolsillo de los polos. Mientras que la segunda se utiliza para el armado en si del polo.

Además en este tipo de prendas se hace una operación más, que es el fusionado. En esta operación el corte de pecheras se pega junto con un pelón

especial para dar forma a dicha parte del polo y que quede rígido a la hora del armado.

Luego sigue la operación de colocar ojales y botones, las cuales se realizan por los operarios de acabados en máquinas especiales (máquina ojaladora y máquina botonera).

Después las operaciones que se siguen son las mismas que en un polo cuello redondo, es decir bordados y/o estampados (de ser necesarios), limpieza, embolsado y empaque.

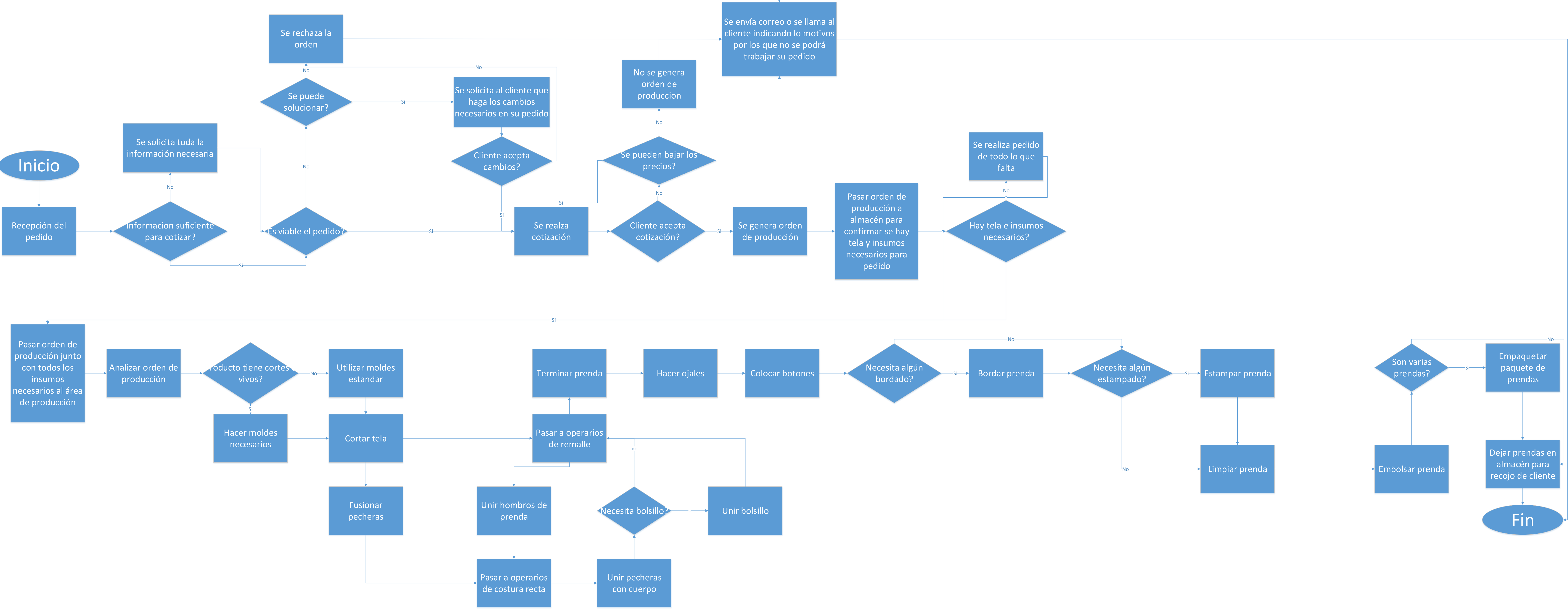
Figura 9: Imagen de un polo camisero terminado



Fuente: La empresa

En la figura 10 se puede apreciar con más detalle todas las operaciones realizadas en este proceso.

Figura 10: Diagrama de flujo del proceso de confección de polos camiseros



3.6. Instalaciones y medios operativos

Las instalaciones de la empresa están divididas según la siguiente estructura (En el anexo 1: Instalaciones de la empresa, se puede apreciar las fotos de dichas instalaciones):

- Oficina principal: Aquí se tiene la oficina de contabilidad y secretaria, oficina de ventas y producción, la oficina de gerencia y la zona de diseño de bordados. En el área de ventas se recibe a todas las personas naturales que se acercan a la empresa a realizar un pedido y asignar todas las órdenes de producción.
- Oficina secundaria: En esta zona se encuentra la tienda en la que se vende uniformes de colegios y productos de las marcas Head y Samsonite. Además en este ambiente se encuentra la máquina de bordados secundaria, la cual solo se utiliza cuando hay pedidos muy grandes o muchos pedidos que necesitan bordados y con la máquina principal no basta.
- Cuarto de bordados: Aquí se cuenta la principal máquina de bordados de la empresa en la que se realizan la mayoría de los trabajos de bordados solicitados. El operario aquí trabaja según las ordenes enviadas por el encargado de bordados diseñadas en la zona de diseño de bordados.
- Cuarto de almacén 1: Este es el almacén principal de la empresa donde se encuentran las materias primas necesarias para la producción como

también las órdenes terminadas para su entrega. El almacenero es el encargado de esta zona

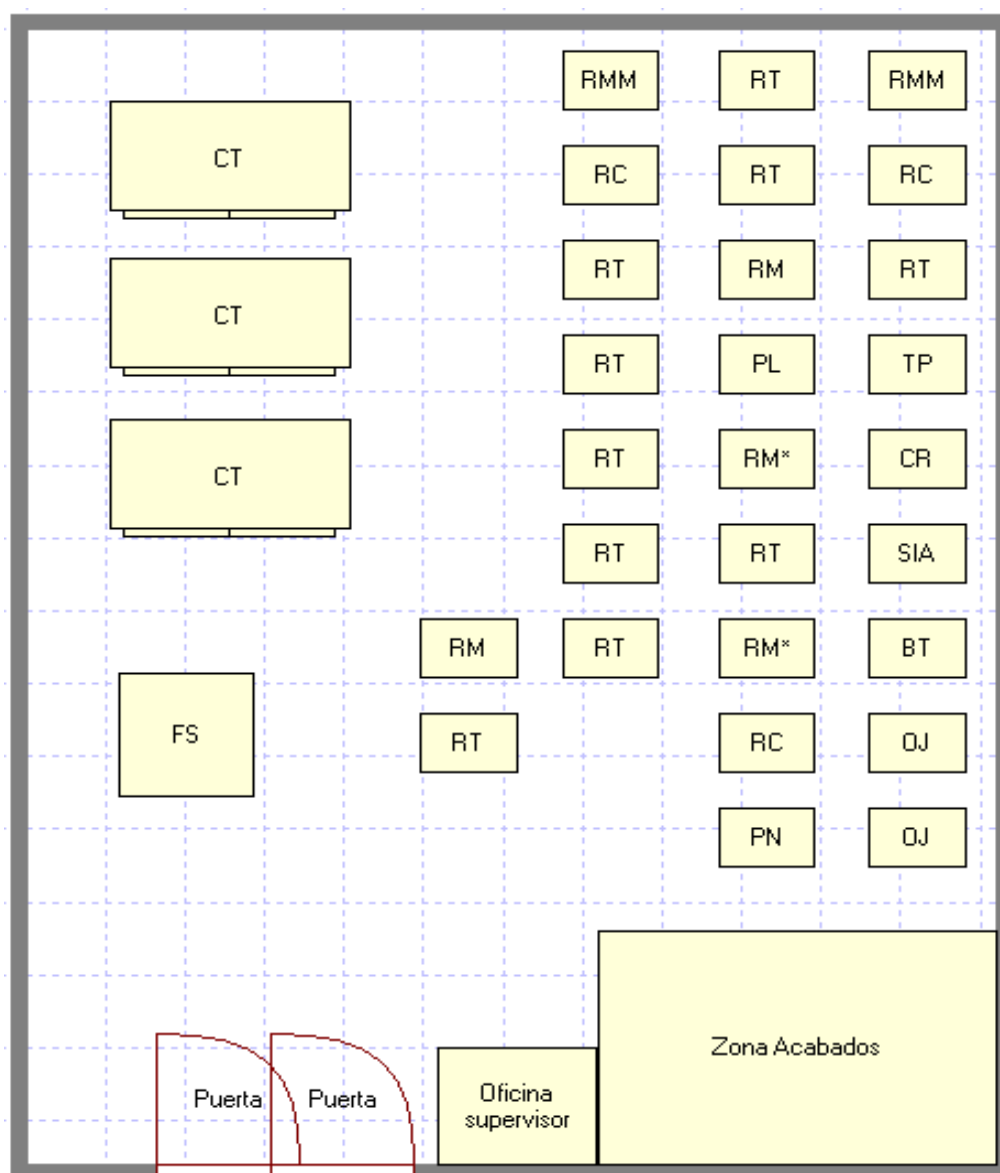
- Cuarto de almacén 2: En esta zona solo se guardan los productos vendidos en la tienda. El encargado de este almacén es el mismo almacenero.
- Planta principal: Zona en donde se todo el proceso de producción. Aquí se encuentran las mesas de corte, todas las máquinas de confección, la oficina de acabados y la oficina de supervisión de producción. Aquí es donde el encargado de producción realiza el seguimiento a los procesos supervisando que todo vaya bien.

3.7. Estaciones de trabajo y máquinas

En la empresa hay varios tipos diferentes de máquinas, todas necesarias para la producción de prendas de vestir.

En la figura 11 se presenta el área de la planta principal con todas sus máquinas.

Figura 11: Planta principal



Fuente: Elaboración propia

La tabla 2 especifica todos los puestos de trabajo la referida área.

Tabla 2: Descripción de los puestos de trabajo en la planta principal

Código	Descripción	Cantidad disponible
CT	Cortadora	3.00
FS	Fusionadora	1.00
RMM	Remalladora mellisera	2.00
RM	Remalladora	2.00
RC	Recubridora	3.00
RT	Recta	10.00
RM*	Remalladora con puntada de seguridad	2.00
PN	Plana	1.00
TP	Tapetera	1.00
CR	Cerradora	1.00
SIA	Seminindustrial para atraques	1.00
BT	Botonera	1.00
OJ	Ojaladora	2.00
PL	Planchadora	1.00

Fuente: Elaboración propia

3.8. Descripción de las métricas del sistema productivo

Se utilizarán varias métricas para monitorear el sistema productivo dentro de la empresa. A continuación, se describen los principales indicadores, posteriormente estos indicadores se analizarán para así poder dar un efecto máximo y beneficiar a la empresa.

3.8.1. Eficacia:

Se define como la capacidad para obtener lo se espera. Para calcularla se utiliza la siguiente formula:

$$\text{Eficacia} = \text{Producción real producida} \times 100\% / \text{cant. Planeada a producir}$$

3.8.2. Eficiencia:

Se define como el conseguir un meta, utilizando algo o a alguien para llegar a la misma. Para calcularla se utiliza la siguiente formula:

$$\text{Eficiencia} = \text{Recursos programados} \times 100\% / \text{Recursos utilizados}$$

3.8.3. Productividad de la mano de obra:

Se define por las unidades que producen los trabajadores en determinada máquina entre las horas hombre que trabaja (H-H). También se puede calcular con el costo de la hora hombre.

$$\text{Prod. Mano obra} = \frac{\text{Cantidad unidades producidas por máquina/}}{\text{Horas hombre trabajadas (H-H)}}$$

Si se conoce el costo por hora hombre, se utiliza la siguiente formula:

$$\text{Prod. Mano obra} = \frac{\text{Cantidad unidades producidas por máquina/}}{\text{Costo Horas hombre (H-H)}}$$

3.8.4. Productividad de la materia prima:

Esta métrica se determina mediante la cantidad de unidades que produce cada máquina entre la cantidad de tela utilizada (en kilogramos o metros). También se puede calcular con el costo de la tela utilizada (en kilogramos o metros).

Prod. De la tela = Cantidad unidades producidas por máquina/

Cantidad de tela utilizada (kg o m)

En el caso de conocer el costo por cada kilogramo (kg.) o metro (m.) de tela, se puede calcular mediante:

Prod. De la tela = Cantidad unidades producidas por máquina/

Costo por cada m o kg de tela

3.8.5. Productividad de la energía (KW-H)

Métrica calculada mediante la cantidad que produce cada máquina dividido entre los KW por hora utilizados (KW-H). También se puede calcular utilizando el costo de cada hora de energía.

$$\text{Prod. Energía (KW-H)} = \frac{\text{Cantidad unidades producidas por máquina/}}{\text{Cantidad energía utilizada (KW-H)}}$$

En el caso de conocer el costo por hora de energía, se puede calcular utilizando la siguiente formula.

$$\text{Prod. Energía (KW-H)} = \frac{\text{Cantidad unidades producidas por máquina/}}{\text{Costo energía por hora (KW-H)}}$$

3.8.6. Utilización:

Este indicador se calcula mediante la capacidad de diseño con la que cuenta de fábrica. Esta capacidad de diseño normalmente es definida por el proceso definido como cuello de botella dentro de la planta.

La fórmula que se utiliza para el cálculo de este indicador es la siguiente:

$$\text{\% de Utilización} = \text{Total de área utilizada} / \text{total de área disponible}$$

3.8.7. Tiempo promedio entre fallas (MTBF):

El tiempo Promedio entre fallos indica el intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de una falla en la máquina en estudio. Mientras mayor sea su valor, mayor será la confiabilidad de la máquina en estudio.

$$\text{MTBF} = \text{Tiempo total de operación} / \text{Nro. de fallas}$$

Con el fin de obtener los valores de numero de fallas mensuales y tiempo total de operación se utilizara el reporte de máquina, estos datos son los necesarios para el cálculo MTBF. (Ver anexo 2: Reporte de máquina).

3.8.8. Tiempo promedio para reparar (MTTR):

Este indicador se define como el tiempo que demora reparar la maquinaria para poder iniciar el proceso de producción. Es decir que calcula la efectividad que hay al momento de devolver la maquinaria a condiciones óptimas de operación, luego de que esta estuviera fuera de servicio por algún fallo.

$$\text{MTTR} = \text{Tiempo total para restaurar} / \text{Numero de fallas}$$

Así como para el MTBF, para este indicador también se utilizara el reporte de máquina. De este documento se sacaran el número de fallas mensuales y el tiempo total para restaurar. (Ver anexo 2: Reporte de máquina)

3.8.9. Eficiencia global de los equipos (OEE u Overall Equipment Effectiveness)

Indicador utilizado para conocer la eficiencia productiva de la maquinaria industrial mediante una relación porcentual. Un OEE de 75%, por ejemplo, implica que se producen 75 piezas buenas de las 100 que pudieron haber salido de la máquina. La diferencia y ventaja principal de este indicador es que incluye varios parámetros fundamentales como son la eficiencia, la calidad y la disponibilidad. Al incluir estos parámetros se puede saber si lo que está faltando para llegar al 100% se debe a la disponibilidad (no se produce durante el tiempo que se debería estar produciendo), la eficiencia (no se produce con la velocidad necesaria) o la calidad (no se llega a la calidad necesaria).

Este indicador es óptimo para optimizar los procesos de producción, pues está directamente relacionado con los costos de operación. También sirve para conocer los cuellos de botella, las pérdidas y para asociar el rendimiento de las operaciones con las decisiones financieras de la empresa, así se logra justificar inversiones nuevas. Se utiliza además para planificar necesidades de personal, materiales, equipos, servicios.

Como ya se explicó, este indicador resulta de tres parámetros fundamentales, todos incluidos en la siguiente formula:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Tasa de rendimiento} \times \text{Tasa de calidad}$$

El primer factor, la disponibilidad, se calcula mediante el tiempo bruto de producción dividido entre tiempo planificado de producción. También se puede obtener con la resta del tiempo planificado para la producción (definido por los jefes de producción) menos las paradas no planificadas mayores a 10 minutos, pues estas son las que necesitan que el área de mantenimiento intervenga para solucionar el problema.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo bruto de producción}}{\text{Tiempo planificado para la producción}}$$

El segundo factor, el rendimiento, se calcula mediante el tiempo neto de producción entre el tiempo bruto de la producción. También se puede calcular con la resta del tiempo bruto de producción menos los tiempos perdidos por falta de eficiencia (baja velocidad de producción) y paradas menores a 10 minutos (las que no necesitan intervención del área de mantenimiento).

$$\text{Tasa de rendimiento} = \text{Tiempo neto de producción} / \text{Tiempo bruto para la producción}$$

El tercer factor, la calidad, se determina por el tiempo de valor añadido entre el tiempo neto para la producción. También se puede calcular restando el tiempo neto de producción menos los tiempos perdidos generados por la producción de productos con defectos de calidad o reproceso.

$$\text{Tasa de calidad} = \text{Tiempo de valor añadido} / \text{Tiempo neto para la producción}$$

El OEE se puede clasificar según el nivel de excelencia, siendo en términos generales:

- $0\% < \text{OEE} < 65\%$ = Inaceptable. Muy baja competitividad.
- $65\% < \text{OEE} < 75\%$ = Regular. Baja competitividad. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora.
- $75\% < \text{OEE} < 85\%$ = Aceptable. Continuar la mejora para avanzar hacia la World Class.
- $85\% < \text{OEE} < 95\%$ = Buena competitividad. Entra en Valores World Class.
- $95\% < \text{OEE} < 100\%$ = Excelente competitividad. Valores World Class.

El proceso para calcular el OEE se aprecia de manera gráfica en la figura 12.

Figura 12: Proceso para calcular el OEE



Fuente: Instituto de ingeniería aplicada

Se utilizara este formato, pues es la manera más simple de obtener las tasas de rendimiento, disponibilidad y calidad, datos clave para el cálculo del OEE. (Ver el anexo 3: Calculo del OEE)

CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS MANUFACTURA ESBELTA

Se propone utilizar algunas de las herramientas del lean con el fin de que el proyecto no tenga un costo demasiado elevado que “asuste” a la gerencia y por tal motivo solo quede en propuesta y no se aplique al final. Esto, por el motivo de que la empresa en estudio es pequeña y si se le propone una inversión demasiado elevada, a pesar que sea en herramientas que la ayudaran a mejorar, la empresa no querrá asumir el riesgo de perder tanto dinero.

Se quiere además, que el cambio sea paulatino para que no sea demasiado complicado para operarios y jefes acostumbrarse a las nuevas medidas que trae consigo el lean y así no causar malestar en el personal al cambiarle de un momento a otro todo lo que estaba acostumbrado a hacer.

Una vez aplicadas las herramientas propuestas, que según creemos son las más importantes y las que más ayudaran a la empresa, se podría aplicar las demás herramientas del lean para que la empresa siga creciendo.

La metodología a seguir para la propuesta será la que utilizo Ramos (2012), esta será la que permitirá llegar a implementar la manufactura esbelta dentro de la empresa y se divide en dos etapas o fases:

- **Primera etapa: Fase de diagnóstico y análisis.**

PASO 1 Selección del proceso a estudiar:

Se elegirá el proceso del producto que tenga el volumen de producción más alto, para tal fin se utilizara un diagrama de Pareto. El fin de este paso es que el estudio tenga un impacto importante en el proceso productivo.

PASO 2 Desarrollo del mapa de flujo de valor actual

Luego de haber seleccionado el proceso a estudiar en el primer paso, se procede con el diseño el Mapa de Flujo de Valor actual (Value Stream Mapping o VSM). Con este mapeo se lograra encontrar los problemas dentro de la cadena de valor, pues considera todas actividades y tiempos desde la recepción de la materia prima hasta el envío o entrega de los productos terminados al cliente.

PASO 3 Identificación de desperdicios encontrados en el mapa de flujo de valor actual

Una vez diseñado el mapa de flujo de valor actual, se debe encontrar todos los desperdicios que perjudican la cadena de valor del producto seleccionado.

PASO 4 Identificación de métricas lean

Luego del diseño del VSM actual y encontrar todas las mudas se debe de buscar las métricas que sirvan como punto de partida para llegar a cumplir con las metas propuestas.

PASO 5 Diseño del mapa de flujo de valor futuro

Una vez establecidas las métricas lean con el VSM actual, se procederá con la elaboración del mapa de flujo de valor futuro. Este mapa tiene como objetivo identificar las herramientas de manufactura esbelta que sirvan para cumplir los tiempos de entrega y requerimientos de calidad que demanda el cliente.

En el mapa de flujo de valor futuro se apreciara en que parte del proceso serán utilizadas las herramientas y también ayudara a establecer objetivos realistas que se espera conseguir luego de implementar de las herramientas Lean.

PASO 6 Priorización de herramientas de manufactura esbelta

Se debe priorizar las herramientas de manufactura esbelta establecidas en el VSM futuro, para tal fin se utilizará un diagrama de Pareto con los tiempos improductivos más importantes encontrados en el mapa. Así se conocerá que problemas son más importantes y que herramientas servirán para eliminarlos.

- **Segunda Etapa: Fase de propuesta de Mejora**

PASO 7 Aplicación de herramientas de manufactura esbelta

Una vez conocidos los problemas más importantes y las herramientas a utilizar, se deben aplicar dichas herramientas para lograr llegar a las mejoras planteadas y eliminar los mencionados problemas.

PASO 8 Evaluación del impacto económico

Por último se debe determinar los costos de la aplicación de las Lean, estos costos se calcularan mediante las variables Horas-Hombre, Horas-Máquina y materiales. Este paso servirá para conocer si la implementación de las herramientas escogidas traerá un costo beneficio y si es factible dentro de la empresa.

CAPÍTULO 5: FASE DE ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO

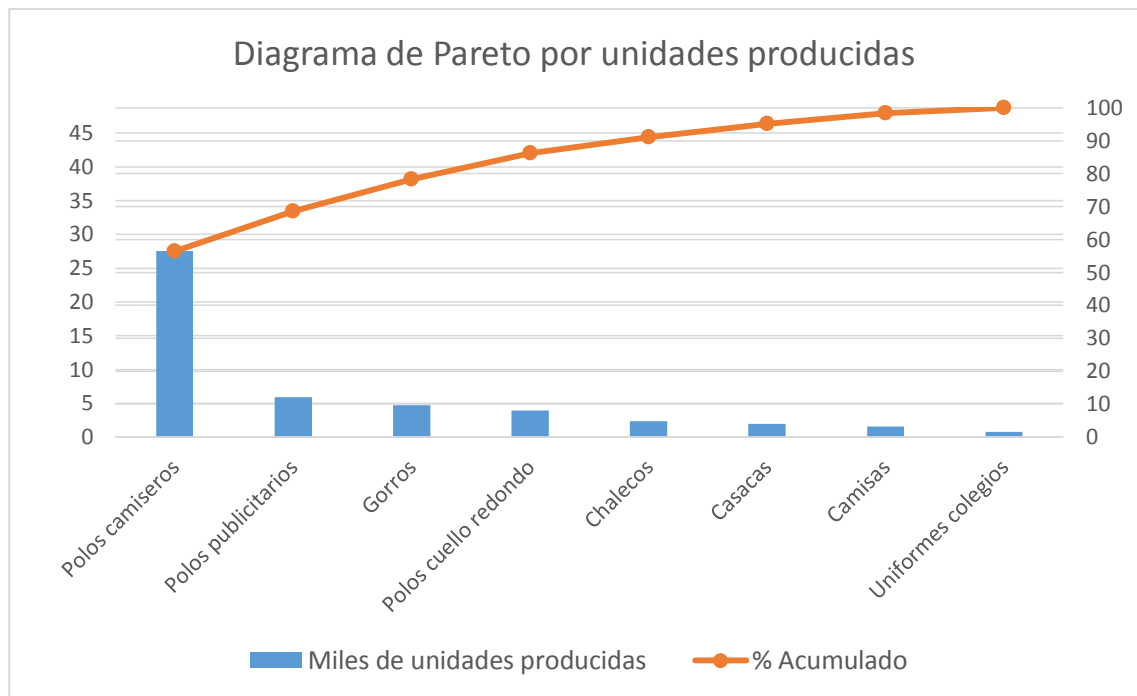
5.1. Selección del producto y proceso a estudiar

Se aplicaran las herramientas de la manufactura esbelta en el producto y su respectivo proceso que tenga el volumen de producción más alto y genere mayores ingresos para la empresa utilizando el análisis de Pareto. Se recopiló información sobre los productos producidos e ingresos generados promedio en los años 2013, 2014 y 2015. (Véase anexos 13 y 14)

El resultado alcanzado para el total de productos producidos puede apreciarse en el gráfico 7 mientras que el de ingresos generados se aprecia en el gráfico 8. Donde se concluye que el producto más representativo es el polo camiserero. Este producto representa el 56% del total de producción y el 59% de los ingresos de la empresa como se aprecia en las tablas 3 y 4.

Se determinó analizar solo este proceso porque los demás productos que se producen en gran cantidad, como son los polos publicitarios y los gorros, generan pocas ganancias y viceversa con los productos que generan mayores ingresos, como las casacas y los chalecos.

Gráfico 7: Diagrama de Pareto por unidades producidas



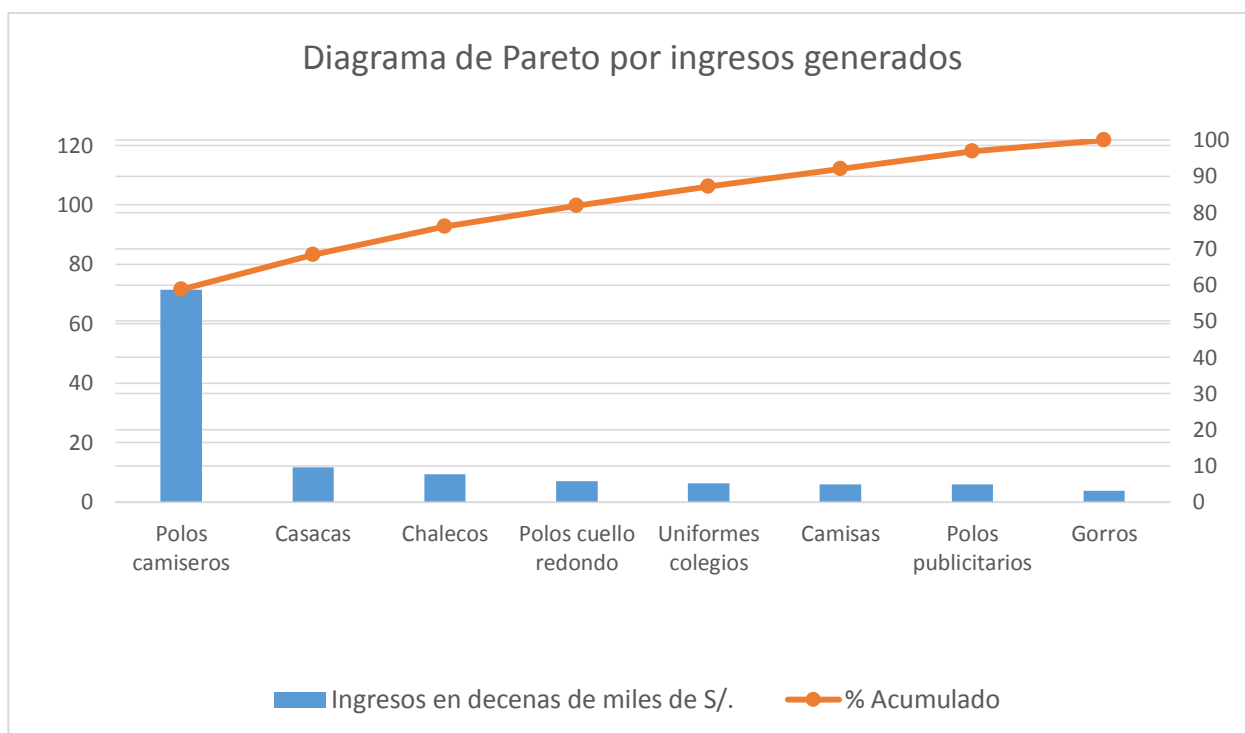
Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Volumen de producción por producto

Productos	Miles de unidades producidas	% Acumulado	%
Polos camiseros	27.50	56.00	56.00
Polos publicitarios	5.90	69.00	12.00
Gorros	4.72	78.00	10.00
Polos cuello redondo	3.93	86.00	8.00
Chalecos	2.36	91.00	5.00
Casacas	1.96	95.00	4.00
Camisas	1.57	98.00	3.00
Uniformes colegios	0.79	100.00	2.00
Total	48.73		

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8: Diagrama de Pareto por ingresos generados



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Ingresos generados por producto

Productos	Ingresos en decenas de miles de S/.	% Acumulado	%
Polos camiseros	71.50	59.00	59.00
Casacas	11.79	68.00	9.00
Chalecos	9.44	76.00	8.00
Polos cuello redondo	7.07	82.00	6.00
Uniformes colegios	6.32	87.00	5.00
Camisas	5.97	92.00	5.00
Polos publicitarios	5.90	97.00	5.00
Gorros	3.78	100.00	3.00
Total	121.77		

Fuente: Elaboración propia

5.2. Desarrollo del mapa de flujo de valor actual

Luego de haber identificado el producto, siendo el más representativo los polos camiseros, se desarrollará el VSM actual del producto seleccionado con el fin de mostrar, en forma de gráfico, el flujo de información y materiales. También servirá para conocer las mudas que se generan y así definir los procesos de mejora para eliminarlas. Asimismo hay la expectativa de reducir el lead time de producción y de este modo lograr cumplir con la demanda total del producto.

Con respecto al flujo de información, la cantidad de pedidos y tiempos de entrega necesarios para la elaboración del VSM, será brindada por la gerencia y el área de producción, quien son los encargados de la producción semanal. Es importante decir que hay ajustes diarios en la producción que no dejan tener un programa constante de producción, la causa de estos ajustes son por ejemplo no contar con materiales necesarios, no contar con personal necesario, etc.

En lo que respecta al flujo de materiales, esta información se recogerá solamente de la planta, con la ayuda del control de órdenes de producción en las cuales está indicada la hora de inicio y finalización de cada puesto de trabajo.

El encargado del almacén será el que brindara la información acerca el tiempo en el que la materia prima y el producto terminado se encuentran en el almacén.

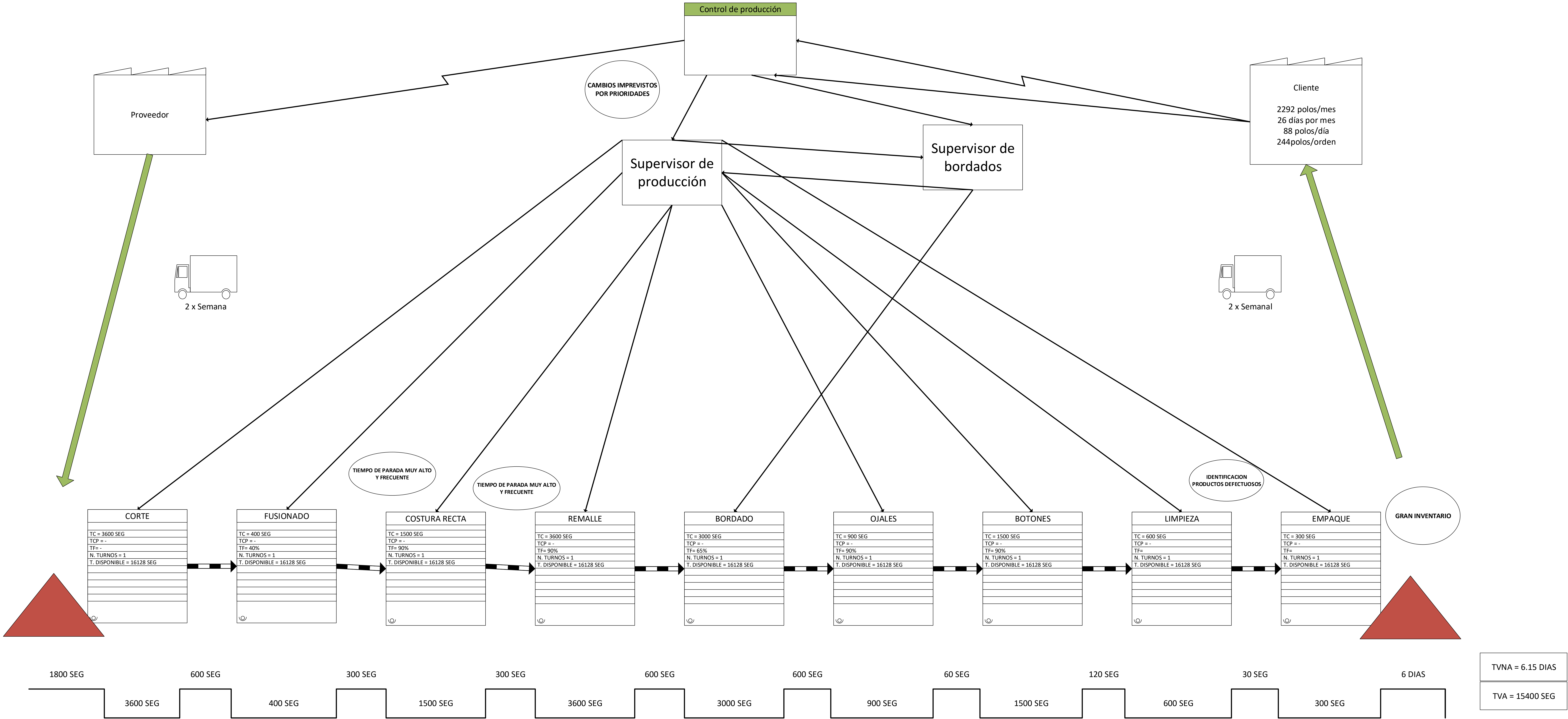
La entrega de las diferentes materias primas o avíos, como hilo y telas arriban al almacén en camiones de Courier contratados por los proveedores. El tiempo que permanecen almacenados es muy corto, ya que los pedidos de insumos se realizan una vez hecha la orden de producción. Se considera este tiempo de almacenamiento como uno que no genera valor.

El jefe de producción y los operarios de máquina serán los que brindaran la información acerca del número de turnos, tiempos de Set-up y utilización de la máquina.

Con respecto al cálculo del tiempo de ciclo, en otras palabras, el tiempo que tarda en ser procesada una unidad durante todo el flujo de producción, se propuso como unidad un paquete de 20 unidades, por el motivo es que normalmente amarran los polos en paquetes de 20. De esta manera podremos ver cuando demora en cada operación un paquete. Luego se hacen bolsas de 280 unidades, que es en promedio la cantidad que solicitan los clientes y estas se llevan al almacén para ser entregadas al cliente.

En el gráfico 9 podemos apreciar el VSM actual de la empresa.

Grafico 9: VSM actual de la empresa



Como resultado nos sale un TVA de 1.47 días; por su parte el TNVA que se obtiene es 6.15 días.

En cuanto al Takt Time, el cual, como ya se explicó, es el ritmo de producción que marca el cliente. La empresa debe buscar utilizar este tiempo para la producción de sus productos y así lograr satisfacer a todos los clientes. La fórmula para calcular el Takt Time es la siguiente:

$$\text{Takt Time} = \text{Tiempo Disponible de Trabajo} / \text{Cantidad total requerida}$$

Para la empresa en estudio el Takt Time es de 183.30 segundos. Este tiempo se obtiene multiplicando el tiempo disponible para la producción diario, que es de 28800 segundos por la cantidad total del producto seleccionado, que es 56%. Estos cálculos dan un resultado de 16128 segundos y deben ser divididos por la cantidad requerida de producción, la cual corresponde a 88 unidades al día.

$$\begin{array}{rclcl} \text{Takt} & & & & \\ \text{Time} & = & 28800 & \times & 56\% \\ & & & & \hline & & & & 88 \end{array}$$

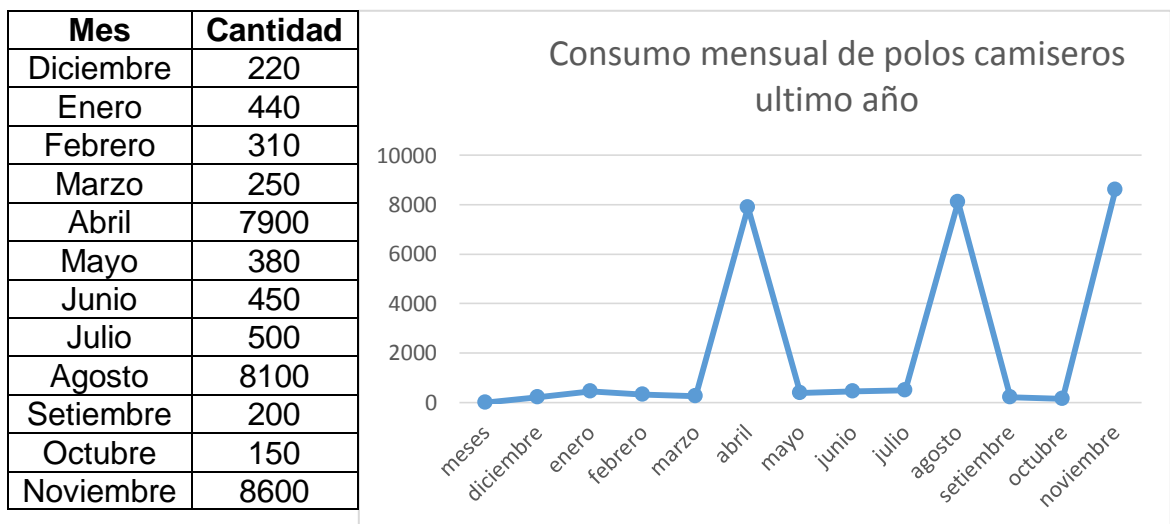
$$\begin{array}{rcl} \text{Takt} & = & 183.3 \text{ seg} \\ \text{Time} & & \end{array}$$

Como la empresa embolsa sus productos en sacos de 284 unidades, se debe calcular el Pitch Time. Este tiempo está definido como el tiempo necesario para producir determinada cantidad de elementos en base al Takt Time y se calcula multiplicando el Takt Time por la cantidad de unidades por embalaje en la producción.

$$\text{Pitch Time} = \text{Takt Time} \times \text{Cantidad de unidades por embalaje}$$

En el Grafico 10 se aprecian los consumos mensuales del producto. Con esta información será posible calcular el Pitch Time y así definir el ritmo de producción que está demandando el cliente. En la tabla 5 se muestra el cálculo del Pitch time.

Gráfico 10: Consumo mensual promedio de polos camiseros



Fuente: La empresa/Elaboración propia

Tabla 5: Calculo del Pitch Time

Días de producción	26.00	Días
Horas/turno	9.00	Horas
Nro. de Turnos	1.00	turno
Interrupciones por descanso	1.00	horas
Demanda mensual	2292.00	unidades
Demanda diaria	88.00	unidades
Tiempo disponible al mes	748800.00	segundos
Tiempo disponible al día	28800.00	segundos
Takt Time	183.30	segundos
Pitch Time	1.82	Días

Fuente: Elaboración propia

De estos cálculos se puede concluir que el ritmo de producción con el que se está produciendo es menor a la demanda del cliente para el producto seleccionado y por tal motivo se utilizan horas extra. Las principales causas de este ritmo lento son la alta frecuencia de paradas de máquinas, los cambios imprevistos en la producción, la falta de repuestos cuando se necesitan y el alto tiempo de reparación de máquinas.

5.3. Identificación de desperdicios encontrados en el mapeo de flujo de valor

Utilizando el mapeo de flujo de valor actual (Gráfico 9), se buscará identificar las mudas más importantes. El objetivo primordial será la eliminación de estas mudas o, de no ser posible eliminarlas, reducir considerablemente el impacto de las mismas a un punto que no tengan efecto los tiempos de entrega, operaciones, etc.

También es importante señalar que eliminar o reducir las mudas en el proceso actual, según la perspectiva lean, es necesario para ser competitivo dentro del mercado, llegar a una mayor calidad y tener mejores tiempos de entrega.

Las mudas encontradas en el VSM actual se explican a continuación:

- **Sobreproducción:**

Al no tener definida un área de planeamiento, se genera una sobreproducción, pues hay cambios constantes en los planes de producción si se da algún pedido de mayor prioridad, lo que representa una confusión para el supervisor y para los operarios. Por eso a veces se producen por error más prendas de las que se requiere.

Estas prendas, al no tener demanda por ser propias de un cliente, terminan siendo vendidas a un costo bajo, regaladas a los trabajadores o donadas.

- **Inventarios:**

Hay inventarios de materias primas, pues normalmente se compra más tela de la necesaria para los pedidos. Esto se hace adrede para poseer los materiales necesarios en caso haya algún error en la el proceso o se haya calculado mal la materia prima necesaria.

No se considera el costo que tiene el mantenimiento del inventario, el área que acapara dentro del almacén ni el peligro que tienen los materiales en dañarse cuando son constantemente manipulados.

Con respecto al área de producción, hay inventarios en proceso, entre cada estación de trabajo, cuando se tienen muchas ordenes de producción, esto ocasiona desorden, que incluso lleva a la perdida de estos inventarios en proceso.

- **Transporte:**

El almacén se encuentra bastante alejado de planta principal, cuando son pedidos pequeños, el encargado de almacén transporta los avíos necesarios (hilos, telas) al área de corte para iniciar la producción. Pero cuando son pedidos grandes con fardos y rollos de tela pesados el encargado de almacén pide ayuda a los operarios de acabados y utilizan una pequeña carreta para llevar los avíos, cabe recalcar que el camino entre el almacén y la planta, no es el óptimo, tiene desniveles por ser hecho de piedra por lo que se dificulta utilizar la carreta.

El producto terminado, luego de ser empacado, se debe de transportar por el mismo camino, del área de empaque (zona de acabados) al

almacén y se dan los mismos problemas que al llevar los avíos, aquí el producto terminado debe de esperar cerca de un día para entregado o recogido por el cliente. Todo obedeciendo la fecha de entrega pactada con el cliente.

- **Movimientos innecesarios:**

Por la composición de la construcción (una casa antigua) el almacén se encuentra en una lugar inadecuado demasiado lejos del área de producción lo cual implica un movimiento no ergonómico que puede generar lesiones a los trabajadores (cuando es mucho peso).

También hay una pérdida de tiempo al momento de buscar elementos como piqueteros, artículos de escritorio, etc. Esto se debe a que no se tiene dentro de la empresa una filosofía como las 5S`s. Por tal motivo los operarios se demoran demasiado moviéndose dentro del área de confecciones para buscar el objeto que necesitan.

Existen pequeñas mesillas, para dejar la tela recién cortada, entre cada mesa de corte. Estas mesillas no se encuentran a una distancia óptima, pues causan que los operarios de confección se levanten para recoger la tela, este es un movimiento extra que no debería realizar. Lo mismo ocurre con la máquina fusionadora, que se encuentra a una gran distancia al área de armado.

- **Tiempos de espera:**

En la planta hay proceso cuellos de botella, estos causan que las operaciones con un tiempo de ciclo corto tengan que esperar, por tal

motivo se los operarios pierden la concentración y hay tiempos inactivos. Normalmente, el supervisor de producción es el encargado de proveer las telas cortadas al área de armado y, si él no se encuentra, hay retrasos, pues no hay quien reparta el corte (los operarios de corte algunas veces lo hacen, pero la mayoría de veces la tela se queda en espera porque no saben a quién dársela).

Algunas veces, la tela o los hilos no alcanzan para el pedido o no se cuenta con el color de hilos para el armado, por lo que la producción tiene que ser pospuesta hasta que se abastezcan. En estos casos, normalmente se procede con la confección de otras prendas con el fin de reducir el tiempo perdido.

Otro de los motivos de tiempos de espera es el fallo de las máquinas. Al no contar con un plan de mantenimiento, en caso de falla se llama a un técnico y se tiene que esperar a que él llegue para continuar con la producción, en este lapso la máquina queda parada.

- **Procesos innecesarios**

Muchas veces por la falta de planificación, como también por los cambios en la producción, se da una fabricación defectuosa del producto y se debe reprocesar la misma.

- **Defectos**

Cuando se da una calibración incorrecta de la máquina, si las materias primas vienen con falladas o por errores de parte del operario, los productos salen con defectos.

- **Recursos humanos mal utilizados**

Según lo observado, existen tiempos ociosos en los operarios de acabados y de almacén, los primeros porque tienen que esperar a que todo el corte, armado y bordado terminen para recién poder realizar sus responsabilidades mientras que el segundo por falta de responsabilidades. En ambos casos los recursos humanos no son aprovechados de la mejor manera, se plantea reducir la cantidad de operarios de acabados y dar más responsabilidades al de almacén implementando la metodología Lean.

5.4. Identificación de métricas lean:

Luego de haber diseñado el VSM actual y de haber encontrado y explicado las mudas más importantes, lo siguiente a hacer es identificar las métricas, considerando la situación actual de la empresa, que nos ayudaran a llegar al VSM futuro. Para tal fin se muestran las principales métricas planeadas por la metodología Lean, de aquí se sacaran las métricas apropiadas para llegar a cumplir con la meta del estudio:

- **Tiempo promedio entre fallas (MTBF)**
- **Tiempo promedio para reparar (MTTR)**
- **OEE (Eficiencia global de equipo)**
- Tiempo total de valor agregado
- Porcentaje de pedidos de entrega a tiempo

Luego de reunirse con todos los operarios y supervisores adentro del área de confecciones, se escogió las métricas que se consideró tendrían un impacto más importante en el estudio a realizar. A continuación se explica los cálculos que se realizaron para llegar a los indicadores mencionados.

Para la obtención del tiempo promedio de fallas (MTBF) se hicieron los cálculos considerando toda la maquinaria que interviene en el proceso del producto seleccionado. Se consideró el tiempo de operación de un mes como base para los cálculos. Por su parte la cantidad de fallos la proporcionaron los operarios de cada máquina y es, igual que para los tiempos de operación, por un mes.

Se debe dividir los dos valores mencionados en el párrafo anterior para calcular el MTBF. Luego se debe llegar al MTBF global promediando el MTBF individual de todas las máquinas de confecciones que intervienen a la hora de producir el producto elegido, obteniendo 109.20 horas.

$$\text{MTBF} = \text{Tiempo total de operación} / \text{Nro. de fallas}$$

El cálculo del MTBF se muestra en la tabla 6.

Tabla 6: Calculo del MTBF

Nro.	Máquina	Tiempo de operación (horas)	Nro. de fallas	MTBF (horas)
1	Fusionadora	83.20	1.00	83.00
2	Rectas	187.20	3.00	62.40
3	Remalladoras	187.20	2.00	93.60
4	Bordadoras	135.20	1.00	135.20
5	Ojaladoras	187.20	2.00	93.60
6	Botonera	187.20	1.00	187.20
			MTBF promedio	109.20

Fuente: Elaboración propia

Por su parte, el cálculo del tiempo promedio para reparar (MTTR) se realizó considerando toda la maquinaria que se utiliza en el proceso del producto seleccionado. Tanto el tiempo total de inactividad como el número de fallas lo proporcionaron los operarios de cada máquina, ambos en el lapso de un mes. Se debe dividir los dos valores mencionados anteriormente para obtener el MTTR individual. Por último el MTTR global se obtiene al realizar un promedio simple de todas las máquinas que se utilizan en el proceso, obteniendo 84.50 minutos.

$$\text{MTTR} = \text{Tiempo total para restaurar} / \text{Numero de fallas}$$

El detalle del cálculo del MTTR se aprecia en la tabla 7.

Tabla 7: Calculo de MTTR

Nro.	Máquina	Tiempo para restaurar (min)	Nro. de fallas	MTTR (min)
1	Fusionadora	52.00	1.00	52.00
2	Rectas	270.00	3.00	90.00
3	Remalladoras	160.00	2.00	80.00
4	Bordadoras	105.00	1.00	105.00
5	Ojaladoras	180.00	2.00	90.00
6	Botonera	90.00	1.00	90.00
			MTTR promedio	84.50

Fuente: Elaboración propia

El OEE (Eficiencia Global de equipos u Overall Equipment Effectiveness) se calcula mediante la relación porcentual de la eficiencia productiva de la maquinaria industrial. Por tal motivo primero se deben calcular la disponibilidad, eficiencia y calidad. Las ecuaciones necesarias para su cálculo se aprecian a continuación:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Tasa de rendimiento} \times \text{Tasa de calidad}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo bruto de producción}}{\text{Tiempo planificado para la producción}}$$

$$\text{Tasa de rendimiento} = \frac{\text{Tiempo neto de producción}}{\text{Tiempo bruto para la producción}}$$

$$\text{Tasa de calidad} = \frac{\text{Tiempo de valor añadido}}{\text{Tiempo neto para la producción}}$$

Con el fin de que se pueda mostrar mejor los cálculos, se muestra en la figura 13 el procedimiento gráfico realizado y el resumen del cálculo del OEE en la tabla 8.

**Figura 13: Calculo del OEE para el proceso de fabricación de polos
camiseros**

Tiempo calendario = 8640 horas		
Tiempo total de operación = 2808 horas		Tiempo no programado = 5832 horas
Tiempo de carga = 2496 horas		Paradas planificadas = 312 horas
Tiempo bruto de producción = 2298.6 horas		Paradas no planificadas = 197.4 horas
Tiempo neto = 1987.44 horas		Perdidas de eficiencia = 311.16 horas
Tiempo de valor añadido = 1728.48 horas	Perdidas de calidad = 258.96 horas	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8: Resumen del cálculo de la OEE para el proceso de fabricación de
polos camiseros**

Tiempo calendario	8640.00	Horas
Tiempo total de operación	2808.00	Horas
Tiempo no programado	5832.00	Horas
Tiempo de carga	2496.00	Horas
Paradas planificadas	312.00	Horas
Tiempo bruto de producción	2298.60	Horas
Paradas no planificadas	197.40	Horas
Tiempo neto	1987.44	Horas
Perdidas de eficiencia	311.16	Horas
Tiempo de valor añadido	1728.48	Horas
Perdidas de calidad	258.96	Horas

Fuente: Elaboración propia

La información mostrada en las tablas 8 y 9, se encuentran en el anexo 3:

Los resultados obtenidos para disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE se observan en la tabla 9. El OEE se encuentra en el rango entre 65% y 75%, este rango se considera como regular, de baja competitividad y que tiene que buscarse mejorar.

Tabla 9: OEE del proceso de polos camiseros en la empresa

Disponibilidad	92.10%
Tasa de Rendimiento	86.50%
Tasa de Calidad	86.97%
OEE	69.30%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 10 muestra las métricas obtenidas en los cálculos antes realizados y que servirán como punto base para la propuesta de mejora que se planteara con el VSM futuro.

Tabla 10: Métricas punto base

Métricas	Punto base	Objetivo
OEE	69.30%	Por definir
MTBF	109.20 horas	Por definir
MTTR	84.50 min	Por definir

Fuente: Elaboración propia

5.5. Elaboración del mapeo de flujo de valor futuro

Una vez diseñado el VSM actual y desarrolladas y explicadas las métricas lean, el siguiente paso es el diseño del VSM futuro, cuyo fin será llegar a un flujo de valor más eficiente y encontrar oportunidades de mejora. En el nuevo VSM se mostrarán las herramientas Lean que se utilizarán. Con dichas herramientas se buscará lograr combatir todos los problemas encontrados en el VSM actual y así lograr disminuir inventarios, tener una carga de trabajo más balanceada, aplicar las 5 S's, etc.

El fin del mapeo de flujo de valor futuro es conocer a detalle la demanda del producto seleccionado y crear flujo para los clientes externos e internos, con productos producidos con estándares óptimos de calidad. Asimismo es necesario intentar disminuir el tiempo de valor no agregado y, de ser posible, también el de valor agregado.

Se propone utilizar la metodología de las 5 S's para así tener un flujo continuo y que las estaciones de trabajo tengan solo lo que necesitan y en el momento. Esta metodología servirá como punto de partida para llegar a una estandarización y organización.

También, para evitar que las máquinas paren dentro de la línea de producción, se plantea utilizar el mantenimiento autónomo, el cual se aplica desde la tercera fase de la metodología de las 5S's. Además, con el fin de reducir el tiempo de set-up, se plantea la implementación de la metodología del cambio rápido de

herramientas o SMED, así se llegara a una mayor flexibilidad dentro de la línea de producción.

Se ha establecido que para estos fines se buscará obtener un OEE mayor o igual a 75%, el cual es el porcentaje mínimo que se acepta para considerar a una empresa como competitiva. Por su parte el MTBF ha de crecer un 50 % así se lograra tener una línea de producción más confiable y continua. Por último, el MTTR debe de bajar un 30 %, así se lograra responder más rápido a los fallos o desperfectos que se presenten en las máquinas.

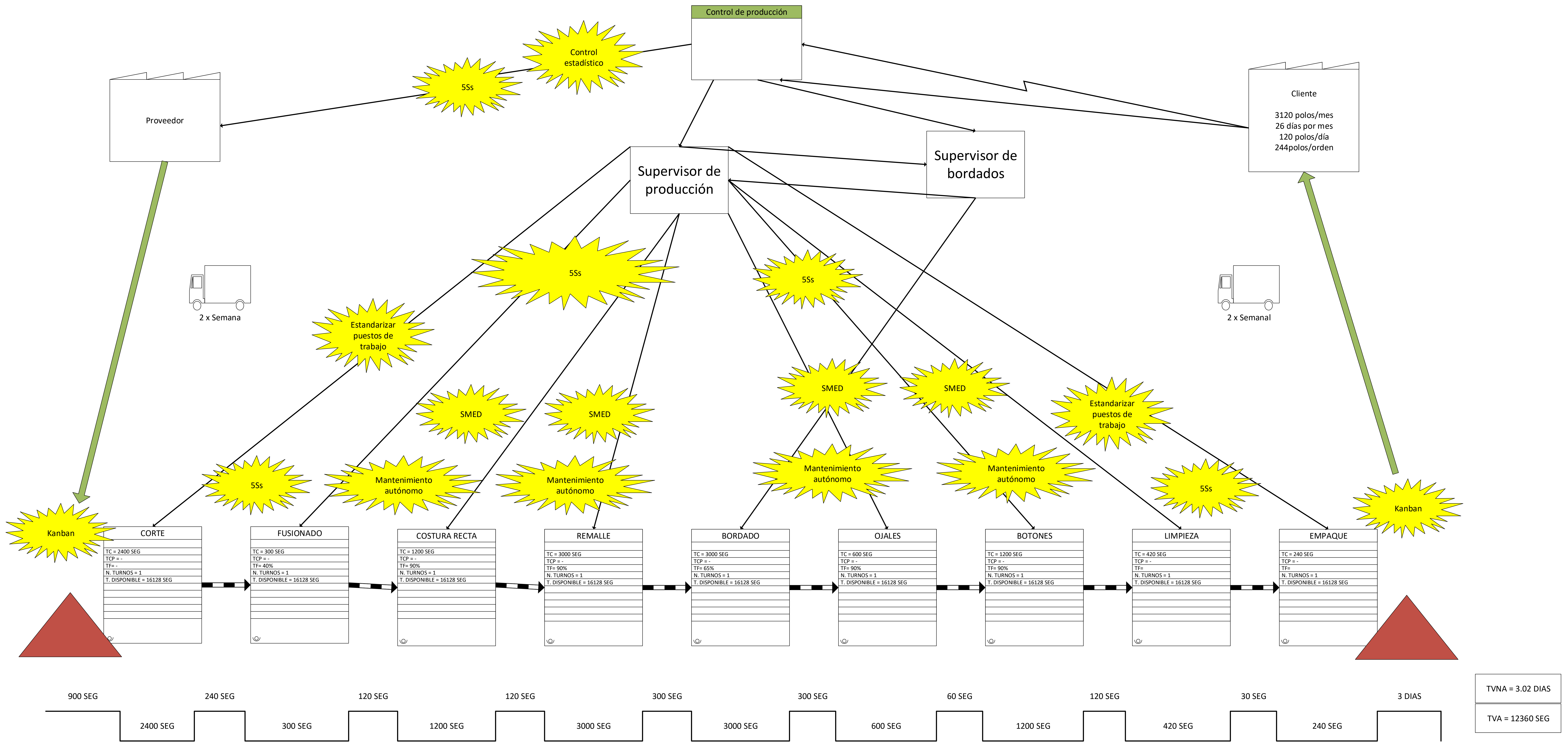
Con las métricas base planteadas y aplicando los parámetros objetivo establecidos, en la tabla 11 se muestran las métricas objetivo que se buscará conseguir luego de la implementación de las herramientas Lean.

Tabla 11: Métricas objetivo

Métricas	Punto base	Objetivo
OEE	69.30%	75.00%
MTBF	109.20 horas	163.80 horas
MTTR	84.50 min	59.11 min

Fuente: Elaboración propia

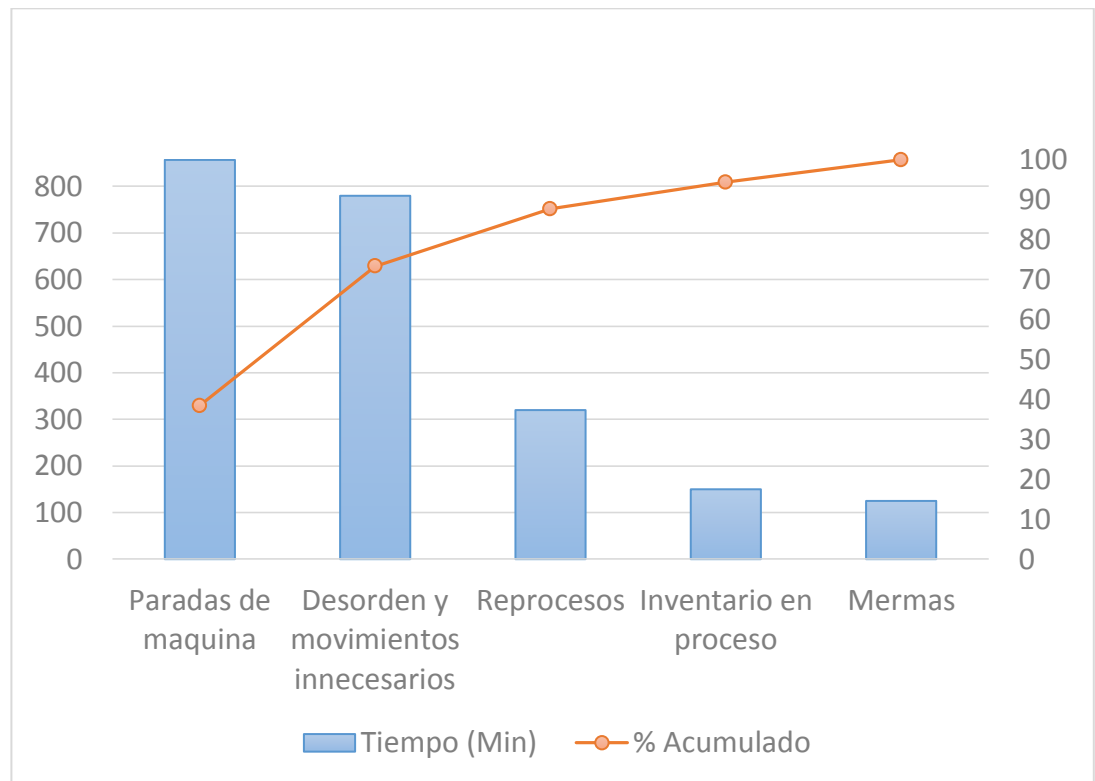
Grafico 11: VSM futuro esperado para la empresa



5.6. Priorización de herramienta de manufactura esbelta:

Luego de haber encontrado en el VSM actual los principales problemas que tiene la empresa en la actualidad y de haber definido las herramientas Lean que servirán para resolverlos, se hizo un gráfico donde se prioriza la herramientas encontradas en el mapa de flujo de valor futuro con la ayuda de un diagrama de Pareto. Los datos acerca de los tiempos improductivos fueron adquiridos en conjunto con los operarios de planta y son tiempos promedio mensuales de los últimos 3 meses. (Véase anexo 12)

Gráfico 12: Diagrama de Pareto de tiempos improductivos mensuales



Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Tiempos improductivos generados por problemas

Problemas	Tiempo (Min)	% Acumulado	%
Paradas de máquina	857.00	38.00	38.40
Desorden y movimientos innecesarios	780.00	73.00	34.95
Reproceso	320.00	88.00	14.34
Inventario en proceso	150.00	94.00	6.72
Mermas	125.00	100.00	5.60
Total	2232.00		

Fuente: Elaboración propia

Con la ayuda del diagrama de Pareto se encontró los dos problemas más importantes dentro de la empresa, estos problemas significan el 73.00% de los tiempos que no agregan valor. Estos problemas son:

- Paradas de máquina (Min): Es el tiempo donde las máquinas no se encuentran realizando ninguna producción. Normalmente son causadas por fallos de las mismas máquinas.
- Desorden y movimientos innecesarios (Min.): Es el tiempo que se genera al momento de buscar alguna herramienta o materia prima de manera innecesaria. Es una muda principal de la manufactura esbelta.

Para combatir los problemas encontrados y explicados líneas atrás se aplicaran 3 herramientas Lean de manera simultánea:

- 5S`s
- Mantenimiento autónomo
- SMED

CAPÍTULO 6: FASE DE PROPUESTA DE MEJORA

A continuación se aprecia los aspectos que son importantes y necesarios para implementar cualquiera de las herramientas Lean. Dichos aspectos son los siguientes:

- I. Capacitar a todos los involucrados en el proceso acerca de la filosofía y fundamentos del pensamiento esbelto. Dando a conocer los lineamientos generales para lograr sensibilizar a las personas y que adquieran información básica acerca del sistema.
- II. Construir equipos de trabajo integrados por personal involucrado en todas las fases del proceso productivo del producto seleccionado. Estos equipos serán los que lideren la implementación de las herramientas de la manufactura esbelta en la empresa.
- III. Informar a todo el personal sobre cuáles son las metas de cada herramienta Lean, así todos estará informados y trabajaran buscando un objetivo común.

Seguidamente se desarrollara la propuesta de implementación de las herramientas Lean escogidas.

Cabe mencionar que la aplicación del SMED solo se hará en la línea de polos camiseros, mientras que las 5S's y el mantenimiento autónomo, que empezara a partir de la segunda S's, se realizarán en el área de confecciones, almacén y acabados. El objetivo que se pretende explicar es que a corto plazo dichas

áreas experimentaran una mejora en productividad y funcionamiento global. A mediano plazo y luego de demostrados los resultados, la meta será expandir la aplicación de las herramientas Lean a toda la empresa.

6.1. Implementación de las 5S's y el Mantenimiento autónomo

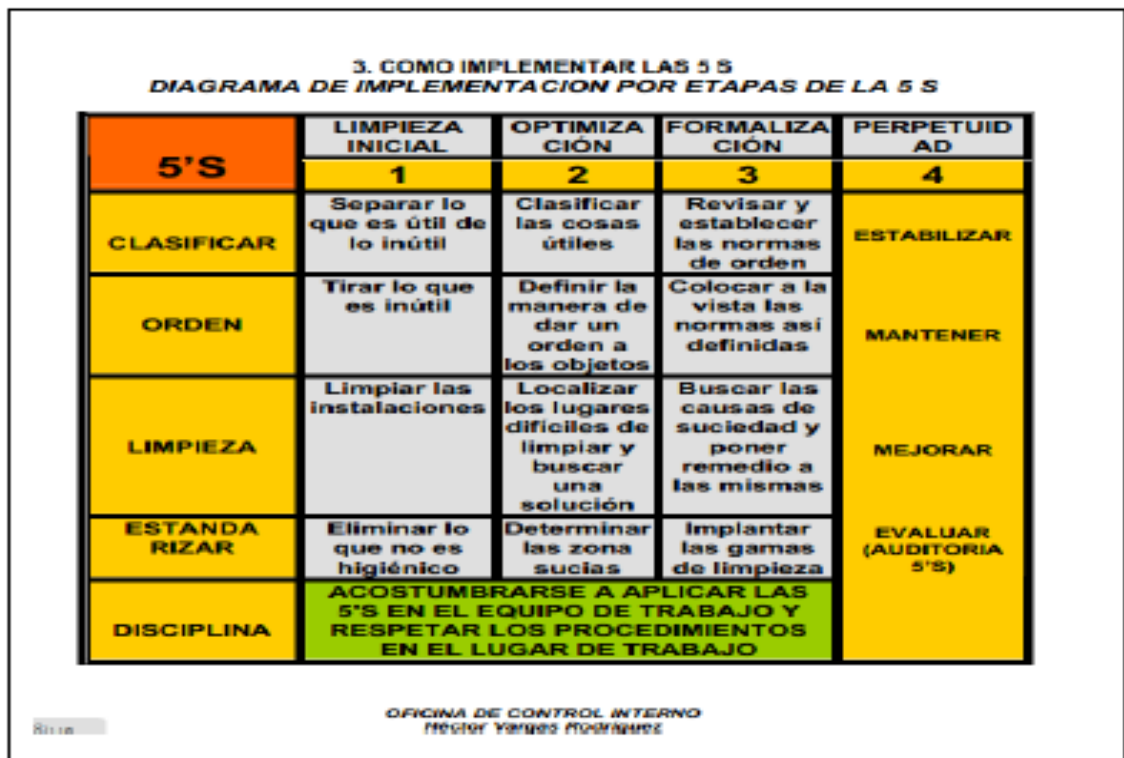
En los siguientes párrafos se muestran las etapas que se deben seguir para implementar las 5S's junto al mantenimiento autónomo.

- **1era Fase (limpieza inicial):** Esta fase se basa primordialmente en limpiar de manera profunda toda el área de trabajo.
- **2da Fase (optimización):** Esta fase busca mejorar el sitio de trabajo, para tal fin se debe dar un orden coherente a todo. Además, se debe buscar los focos de suciedad y para luego eliminarlos. En esta etapa se aplica el mantenimiento autónomo.
- **3era Fase (formalización):** Esta fase requiere que se establezcan y se pongan a la vista de todos las normas, estándares o procedimientos de clasificación. También se debe eliminar o reducir al máximo todos los focos de suciedad encontrados en la etapa anterior e implementar escalas de limpieza.

- **4ta y última Fase (perpetuidad):** Esta fase está orientada a conservar todo lo logrado en las anteriores tres etapas y así dar viabilidad al proceso, en otras palabras está orientada a buscar la mejora continua.

El diagrama de implementación por etapas de las 5S's se aprecia en la figura 14.

Figura 14: Diagrama de implementación por etapas de las 5S's



Fuente: Vargas (2004)

6.1.1. Aplicación de las 5S's

La metodología de las 5S's se puede aplicar en cualquier tipo de empresa, área, puesto, etc. Esta metodología está enfocada en llegar a mejorar de manera perdurable el orden, organización y limpieza de donde sea aplicada. Esto se logra al eliminar ineficiencias, errores y conseguir que todo funcione sin problemas.

En los siguientes puntos se mostrara la metodología de las 5S's aplicada y adecuada a la realidad de la empresa en estudio. Es importante mencionar que para pasar de una etapa a la siguiente se debe superar una auditoria hecha por un consultor, para aprobar la empresa deberá obtener por lo menos 75 sobre 100 en la evaluación. Los formatos de auditoria a utilizar se muestran en el anexo 4: Formatos de auditoria.

6.1.2. Implementación de los Pilares de 5 S's

Para la elaboración del plan de implementación se tomaron en cuenta los siguientes puntos:

- **Apertura del programa:**

Se realizará un curso de introducción y capacitación sobre esta metodología, el cual contiene un taller práctico de aplicación de los 5 pilares, los cuales son:

1. Determinación de Recursos: Se creará los materiales para la campaña de 5S's.
2. Ejecución de la primera S, Clasificación: se desarrollara la estrategia de las tarjetas rojas para luego determinar la disposición de los elementos innecesarios.
3. Ejecución de la segunda S, Orden: se llevara a cabo la estrategia indicadores y la de pintura.
4. Desarrollo de la tercera S, Limpieza realizada simultáneamente con el mantenimiento autónomo: se implementaran las etapas de limpieza y se empezara con el mantenimiento autónomo.
5. Desarrollo de la cuarta y quinta S, Estandarización y Disciplina: Se elaboraran reglas para mantener el sistema.

- **Lanzamiento del Programa:**

El lanzamiento del programa tendrá como promotor al gerente general, él será el encargado de explicar lo importante de la capacitación que se realizará. La mencionada capacitación será realizada, el día sábado de la primera semana de la implementación, en un pequeño curso de 5 horas que será dictado por un experto en Lean Manufacturing. Cabe mencionar que se escoge el día sábado por ser el día con menor carga de trabajo de la semana.

- **Planificación**

Luego de la realización del pequeño curso la primera semana, se debe de hacer una capacitación profunda de 2 horas, la cual tendrá será realizada por el mismo experto en manufactura esbelta. En esta capacitación se planificará la mejor y más detallada manera de implementar las 5S's en el área de confecciones, almacén y acabados. Por tal motivo es necesario que los 3 encargados de dichas áreas se encuentren presentes.

Esta etapa servirá también para acordar la cantidad de recursos y elementos que se necesitaran para la implementación de cada pilar y el éxito del proyecto.

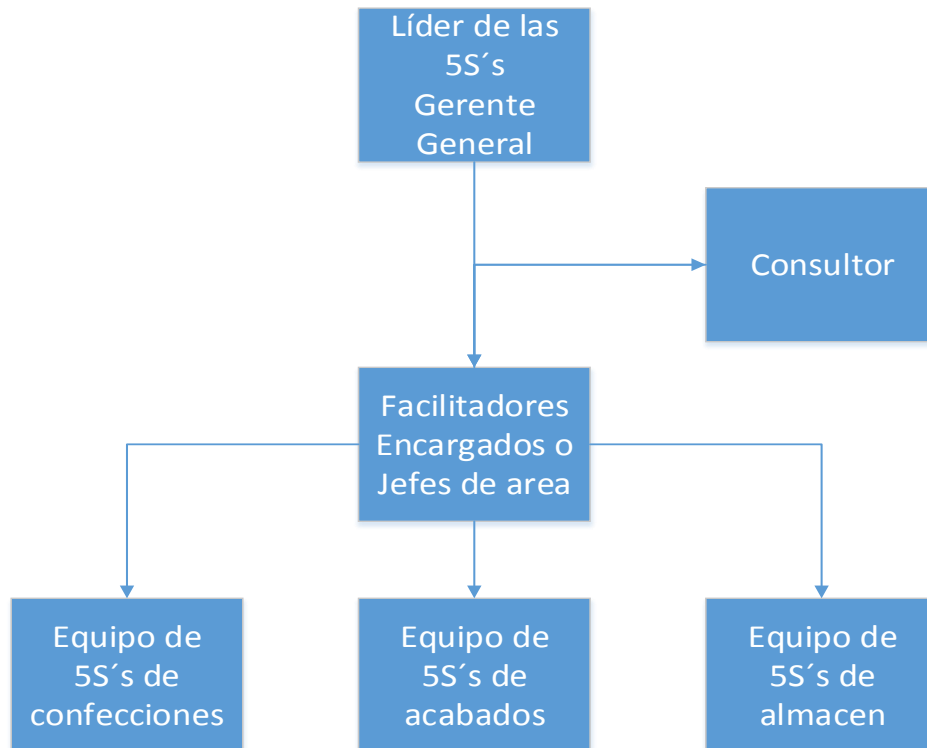
- **Establecimiento de la Organización de Promoción de 5S's**

La etapa de planificación servirá además para establecer una organización interna, esta organización tendrá el objetivo de promover y dar soporte a las 5S's

El líder del proyecto será el Gerente general, pues es la persona con más experiencia en la empresa y tiene el mayor poder de decisión. Además de este líder se deben elegir a los facilitadores y equipos de trabajo para la implementación.

Se realizó un organigrama de promoción de 5S's, este se aprecia en la figura 15.

Figura 15: Organigrama de promoción 5S

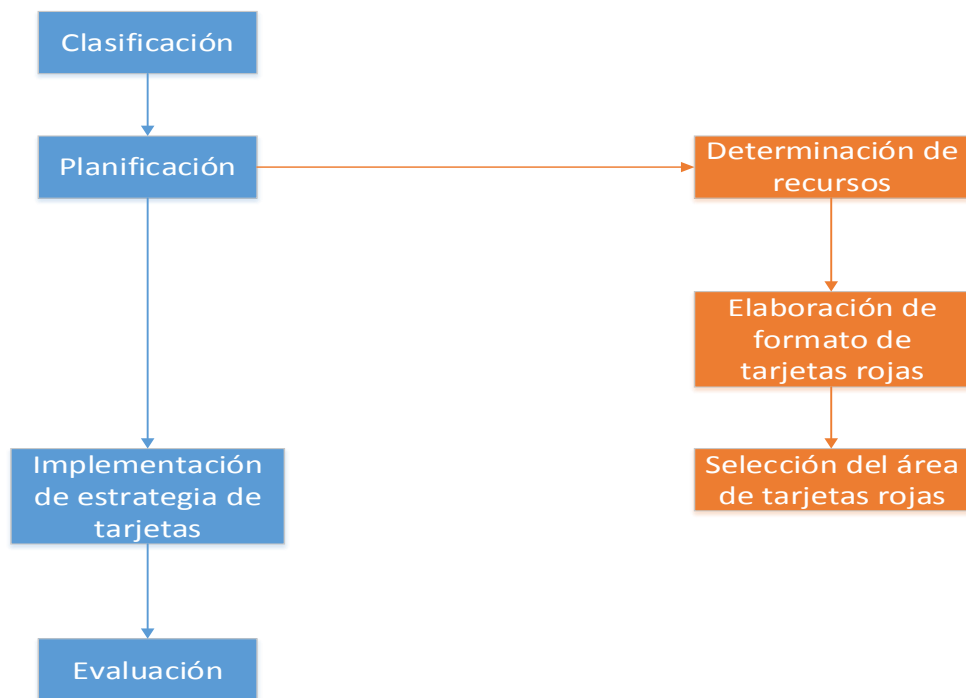


Fuente: Elaboración propia

6.1.3. Primera S: Clasificación:

El proceso que se llevara a cabo para implementar la primera etapa de las 5S's se aprecia en la figura 16.

Figura 16: Esquema fase de clasificación



Fuente: Elaboración propia

6.1.3.1. Planificación:

Se consideran los siguientes aspectos para la planificación de Clasificación: la determinación de los recursos, la elaboración del formato de las tarjetas rojas y la selección e identificación del área de tarjetas rojas.

- **Determinación de los recursos:**

Toda planificación debe tener en cuenta los recursos que se utilizarán para la implementación, se establece que se utilizaría 5 pliegos de cartulina para la elaboración de las tarjetas, 2 metros de cuerda delgada para colgar dichas tarjetas y se calculó que se utilizarían 2 tarros de pintura amarilla y roja para la elaboración de los letreros.

- **Elaboración del formato de tarjetas rojas**

El diseño y la elaboración del formato de las tarjetas se realizarán con la colaboración del gerente general y los encargados de producción, almacén y acabados.

Se implementará un formato sencillo para su fácil llenado y colocación (Ver figura 17). Este formato de las tarjetas rojas contiene: fecha de colocación, número de tarjeta colocada,

el área en donde se encuentra, el nombre del elemento y la cantidad de objetos incluidos bajo la misma tarjeta roja.

Además en la tarjeta existe un espacio destinado para colocar la disposición posible del artículo, puede ser: Transferir si se trata de elementos u objetos que puedan servir en otra área; eliminar si son artículos que no pertenecen al área o no sirven; por inspeccionar si se trata de objetos que requieren de una revisión más detallada o no sabemos si puedan servir a alguien. Finalmente, el formato contiene un espacio para comentarios o dudas.

- **Selección del área de tarjetas rojas.**

Se establecerá que el área de las tarjetas rojas en confecciones, será de 3 m² y se ubicaría junto a la zona de acabados

Figura 17: Tarjeta Roja

Tarjeta roja		Nro.:	
Fecha de inicio	Fecha de compromiso para cierre		
Descripción del objeto			
Responsable			
Propietario	Área/Departamento/Unidad		
Acción			
Categorías			
Insumos		Documentación legal	
Equipos de oficina		Producto/Muestras	
Papelería y Materiales		Producto en proceso	
Accesorios y Herramientas		Mobiliario y Equipo	
Bienes del cliente		Desperdicios/Basura	
Refacciones		Artículos personales	
Cajas y Contenedores		Otros (Especificar):	
Bolsas			
Motivos			
No se utiliza		Dañado/Maltratado	
No se necesita		Contaminante/Desperdicio	
Uso desconocido/Sin dueño		Duplicado/Transferencia	
No sirve/Descompuesto		Otros (Especificar):	
Defectuoso			
Observaciones			
Autorizó	Destino final		

Fuente: Gensol (2012)

6.1.3.2. Implementación de la estrategia de tarjetas:

El mejor modo de poner en práctica el programa de tarjetas rojas es completarlo en el área rápidamente, si es posible en uno o dos días, porque si se deja dilatar el proyecto caerá el entusiasmo y la moral del personal involucrado. Por esta razón se determinará, en conjunto con el encargado de producción, que el tiempo destinado para la implementación de este pilar sería de 30 minutos diarios durante dos días para terminar de colocar las tarjetas. Antes de la colocación de tarjetas rojas se realizará un recordatorio de los conocimientos impartidos en el curso y se les explicará el formato de la tarjeta.

El primer paso será separar los elementos necesarios de los innecesarios y simultáneamente adherir las tarjetas rojas. La aplicación de esta estrategia contará con la presencia y colaboración del Gerente General y los encargados de las áreas ya mencionadas, todos ellos colocarán tarjetas a los elementos innecesarios.

El siguiente paso será transportar y apilar en el área de tarjetas rojas los elementos innecesarios. A los objetos que no puedan ser movidos al área designada solo se les adherirá la tarjeta. La aplicación tendrá una duración prevista de dos días y luego se

procederá a tabular cada una de las tarjetas colocadas con su respectiva numeración para posteriormente evaluar y determinar que disposición tendrán estos elementos.

Es importante realizar un seguimiento a los elementos con tarjeta roja para que estos sean destinados a otras áreas o eliminados, caso contrario, la disminución del área ocupada por elementos innecesarios no se podrá apreciar.

La Tabla 13 muestra el resultado de la tabulación de las tarjetas rojas colocadas. Como se puede apreciar en dicha tabla, se colocarían 13 tarjetas rojas a elementos innecesarios, que corresponden a 80 objetos. Se observa también en la tabla los posibles comentarios anotados por los trabajadores de todas las áreas y que serían tomados en cuenta al momento de la disposición que tendrían dichos elementos.

Luego del levantamiento de la información, se llevara a cabo una reunión con los encargados, en la cual se discutirá la disposición que tendrían los elementos con tarjetas, y se procederá a eliminar, transferir o reordenar los mismos.

6.1.3.3. Evaluación:

El ejercicio de colocar las tarjetas rojas resultará muy bueno por la participación de los colaboradores en las áreas, además que se estima que dure dos días aproximadamente.

Se identificará diversos elementos y/o herramientas que ocupan un espacio innecesario, siendo algunos catalogados para transferirlos a otras áreas o eliminarlos si no son necesarios.

En la Tabla 14 se muestra la disposición final que se tendría con los elementos con tarjetas rojas.

Tabla 13: Tabulación de las tarjetas rojas colocadas

Nro.	Elemento	Cantidad	Comentarios
1	Mesa	2.00	Transferir o eliminar
2	Escoba	3.00	Verificar cantidades
3	Ventilador	1.00	Dañado
4	Bidón de agua	1.00	Eliminar
5	Caja de cartón	10.00	Transferir o eliminar
6	Botellas de agua vacías	5.00	Eliminar
7	Pantalla computadora	3.00	Eliminar
8	Silla	2.00	Transferir o eliminar
9	Colgador	1.00	Eliminar
10	Saco de yute	10.00	Transferir o eliminar
11	Retaso tela	30.00	Eliminar
12	Trapos	10.00	Eliminar
13	Baldes	2.00	Transferir o eliminar

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Disposición final de tarjetas rojas

Nro.	Elemento	Cantidad	Comentarios
1	Mesa	2.00	Eliminado
2	Escoba	3.00	Ordenado
3	Ventilador	1.00	Eliminado
4	Bidón de agua	1.00	Eliminado
5	Caja de cartón	10.00	Transferido a almacén
6	Botellas de agua vacías	5.00	Eliminado
7	Pantalla computadora	3.00	Eliminado
8	Silla	2.00	Eliminado
9	Colgador	1.00	Eliminado
10	Saco de yute	10.00	Transferido a almacén
11	Retaso tela	30.00	Eliminado
12	Trapos	10.00	Eliminado
13	Baldes	2.00	Ordenado

Fuente: Elaboración propia

El resumen de la disposición o tratamiento que se le daría a los elementos con tarjetas rojas se muestra en la Tabla 15:

Tabla 15: Resumen de tarjetas rojas

Elementos eliminados	9.00
Elementos transferidos	2.00
Elementos ordenados	2.00

Fuente: Elaboración propia

De las 13 tarjetas rojas colocadas, 9 fueron desechadas o eliminadas, lo que corresponde al 70% de las tarjetas; 2 fueron transferidas a almacén, lo que corresponde al 15% y a 2 elementos se le aplicó orden, es decir se cambiaron de localización dentro de la misma área, esto corresponde al 15%.

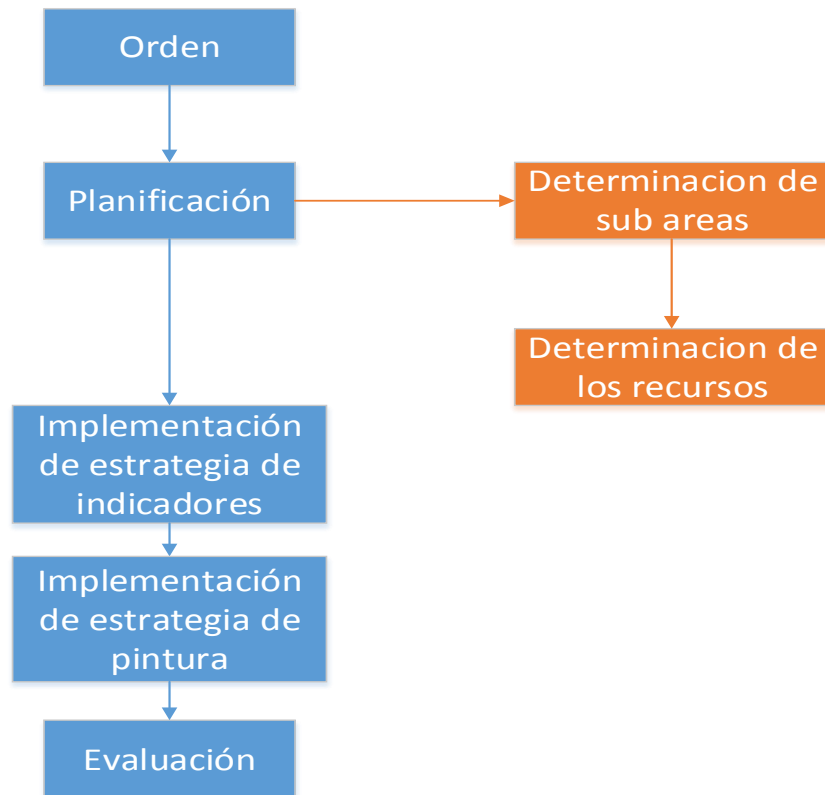
6.1.4. Segunda S: Orden:

Clasificación y orden son dos pilares asociados, los cuales solo funcionan bien juntos, nunca por separado. No importa lo bien que se ordene las cosas, ya que si muchos de estos elementos son innecesarios, el orden tendrá poco efecto.

Luego de clasificar los elementos deben identificarlos en su lugar de trabajo o de almacenaje, de forma que se comprenda fácilmente y por cualquier persona la labor o disposición de dichos elementos. Para dicho fin son útiles las estrategias de los indicadores y de la pintura.

En la figura 18 se muestra el esquema que se seguirá en el proceso de implementación de la segunda fase de la metodología de las 5S's.

Figura 18: Esquema fase de orden



Fuente: Elaboración propia

6.1.4.1. Planificación:

Después de la implementación de las tarjetas rojas, el área presentará una panorámica más amplia, lo que motivará a la siguiente reunión de planificación, en la cual deben participar todos los encargados y el consultor.

Durante la planificación de esta fase se tomará en consideración los siguientes puntos:

- **Determinación de las sub-áreas dentro de confecciones y empaque:** Una vez determinado el flujo de proceso en confecciones, se debe elaborar una lista de todas las sub-secciones o áreas y las mesas de trabajo que necesitan ser identificadas. Además se planificará el cambio de ubicación de todas las máquinas de confecciones que estén inhabilitadas, pues ocupan un espacio innecesario.
- **Determinación de recursos:** Para disminuir los costos iniciales del proyecto, los letreros de identificación de las sub-áreas serán realizados por el mismo personal. El encargado de bordados realizará las plantillas de las letras en la computadora, con las cuales se harán los letreros; se determinará además que serán necesarios 2 galones de

pintura amarilla, 1 galón de pintura roja y tablas de madera para los letreros.

6.1.4.2. Implementación de la estrategia de indicadores:

La implementación de la estrategia de indicadores se dará paulatinamente, ya que las personas que cooperarán con la elaboración de los letreros no pertenecen al área de confección y su colaboración se dará cuando tengan tiempo.

Todo el personal de confecciones se involucrará en el momento de colocar los letreros, estos serían los siguientes:

Mesa de corte (x3)

Mesa de control de calidad (x1)

Zona de producción (x1)

Zona de producto terminado (x2)

Mesa del supervisor (x1)

Zona de acabados (x1)

Además de colocar estos letreros se re-elaborarán los números de series de las máquinas, pues con el desgaste tienen poca visibilidad.

6.1.4.3. Implementación de la estrategia de pintura:

La estrategia de pintura se debe de poner en práctica en suelos y pasillos, marcando las áreas de paso de la planta para diferenciarlas de las áreas de trabajo. Se delimitarán todas las máquinas de confecciones, las mesas de corte, la mesa de control de calidad, la zona de productos terminados, la mesa del supervisor y la zona de acabados.

También se realizará un pintado a toda el área, lo que beneficiará la implementación de las 5S's, pues creará un ambiente de trabajo más agradable y logrará que los trabajadores aumenten su motivación para trabajar, al mejorar el aspecto de su lugar de trabajo.

6.1.4.4. Evaluación:

Luego de implementar el orden se deberá poder identificar las zonas dentro del área con mayor facilidad lo que demuestra el buen resultado de este pilar.

6.1.5. Mantenimiento autónomo

Es fundamental para la implementación del mantenimiento autónomo que la primera y segunda S se lleven a cabo de manera adecuada y auditada, para así poder asegurar un comienzo exitoso. El mantenimiento autónomo se realizará en paralelo con la tercera fase de las 5S's.

- **Inicio: Preparación del Mantenimiento Autónomo**

Los responsables serán los mismos de las campañas anteriores (equipo Lean) y se nombrará y formará los equipos TPM autónomo. Se establecerá el cronograma de reuniones del equipo autónomo y la actualización del cuadro de actividades dentro del tablero de gestión visual, donde se publicará las fotos y los nombres de los integrantes del equipo TPM autónomo. En esta etapa se procederá a estandarizar los nombres de los componentes y los tipos de anomalías, se establecerá el punto de partida en función a objetivos de área y se fotografiará el equipo y maquinaria actual, así como el listado de implementos necesarios para la limpieza.

Con el objetivo de causar impacto significativo dentro del proceso manufacturero, se realizará un diagnóstico y se tendrá como prioridad las máquinas que tengan un mayor tiempo de parada. Según el diagnóstico, basándonos en los cálculos del MTBF y el MTTR, se

realizará un plan de mantenimiento autónomo con el objetivo de estabilizar el tiempo promedio de fallas (MTBF).

El proceso de enseñanza del mantenimiento autónomo se realizará a través de la persistente repetición de actividades y auditorias en las partes de las máquinas con mayor cantidad de fallas y mayor cantidad de pérdidas de producción. Cuando el operario haya adquirido maestría en la implementación en las partes modelo, se podrá aplicar al resto de partes del equipo y diferentes líneas de producción.

Con el objetivo de aumentar la efectividad global del equipo (OEE) se propone inicialmente una capacitación completa y clara a los operarios sobre técnicas de inspección, preparación de estándares de inspección, técnicas de lubricación y técnicas de limpieza. Haciendo énfasis en el manejo adecuado de la maquinaria de la línea y sin poner en riesgo la integridad física del operario.

El objetivo de esta capacitación gradual, pero intensiva, es lograr que cada uno de los operarios conozca profundamente la máquina que opera, para poder así detectar el desgaste y posibles fallas que se puedan presentar antes de que sucedan y ellos mismos puedan realizar actividades básicas propias del desarrollo de su trabajo, tales como lubricación, limpieza, ajuste de tuercas, etc. Esta capacitación será dictada por el consultor en conjunto con un mecánico especialista,

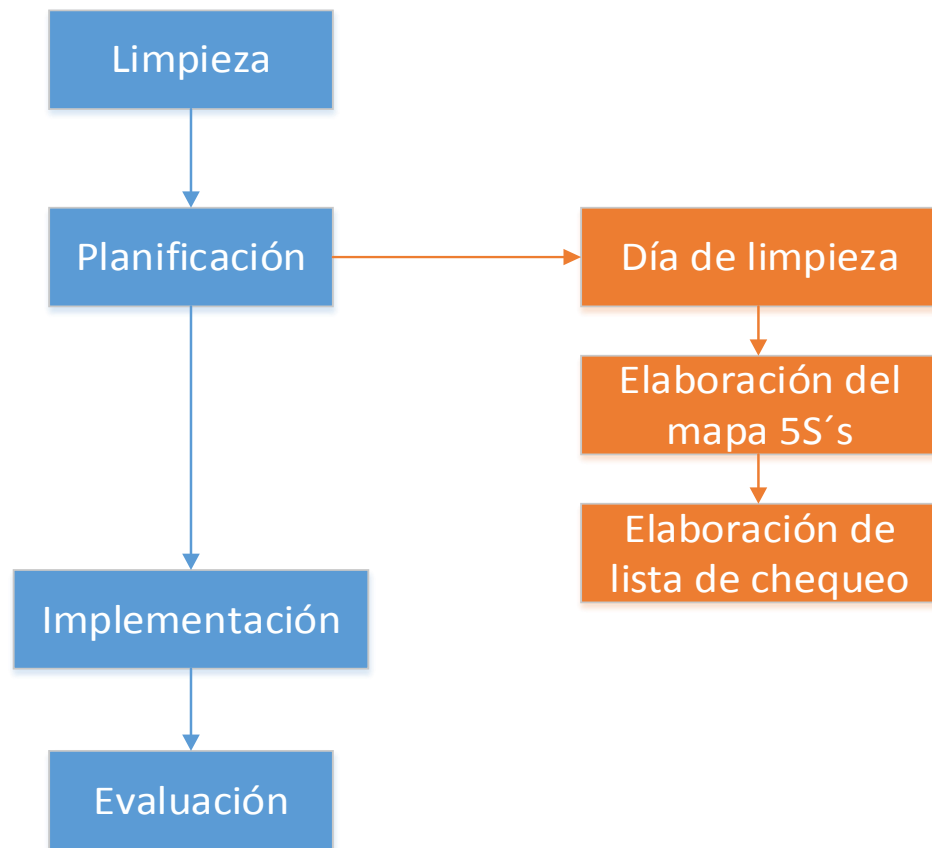
quien es el que tiene un mayor conocimiento sobre los diferentes problemas y el mantenimiento de las máquinas.

6.1.6. Tercera S: Limpieza:

Limpieza significa inspección, ya que cuando se limpian equipos o máquinas se puede ir revisando su funcionamiento para evitar averías y daños futuros, es decir se busca desarrollar un mantenimiento preventivo.

En la figura 19 se muestra el esquema que se seguirá en el proceso de implementación de la tercera fase de la metodología de las 5S's conocida como limpieza:

Figura 19: Esquema fase de limpieza



Fuente: Elaboración propia

6.1.6.1. Planificación:

Para implementar este pilar se tomarán en cuenta las siguientes acciones: día de limpieza en confecciones, elaboración del mapa 5S's y elaboración de la lista de chequeo.

- **Día de limpieza:**

Se realizará un día de limpieza en las áreas de confecciones, acabados y almacén como inicio del tercer pilar.

Con el objetivo de poder encontrar las causas principales de parada que tienen en común las diversas máquinas de la línea se realiza un análisis de causa - efecto empleando el diagrama de análisis de causa raíz o ACR (ver anexo 5: Diagrama causa – raíz de falla de máquinas) del Doctor Kaoru Ishikawa, para ello se realiza una lluvia de ideas con los operarios de la línea y el mecánico y se logra agrupar las principales causas en cuatro grupos: Máquina, método, personal y ambiente.

A continuación se van a describir las principales causas de para de máquina identificadas en el diagrama de causa y efecto:

La máquina se salta alguna puntada, esto puede ser ocasionado debido a que el hilo de la canilla o bobina no está bien devanado o que la aguja está mal colocada.

En ciertas telas se salta la puntada, esto es principalmente cuando la prenda es sintética, se debe colocar una tira de papel de seda debajo de la costura y se debe coser junto con el pespunte.

Las puntadas son irregulares, se debe a que los dos hilos no se entrelazan en el medio de las dos capas de tela. Se debe corregir regulando la tensión del hilo superior.

El hilo se rompe, esto puede ser ocasionado porque se está utilizando un hilo demasiado grueso para la aguja y este roza al pasar por el ojo de la aguja. En este caso, se debe cambiar por una aguja más grande o con el ojo más grande.

Otra causa es que la máquina no esté bien enhebrada. Se debe de comprobar si se ha seguido los correctos procedimientos para enhebrar la máquina.

La aguja de la máquina se rompe, una de las causas es cuando se tira con fuerza de la tela durante el trabajo, la aguja se va ladeando y es agarrada por el transportador. Se

debe dirigir la tela tirando suavemente de ambos lados de la tela y dejar que sea la máquina la que la transporte.

Otra causa podría ser que la canilla o bobina no está bien colocada. Se puede solucionar fácilmente escuchando el sonido cuando se encaja las piezas.

Otra razón sería se ha cosido sobre un alfiler u otro objeto duro, se debe de dejar siempre limpio el lugar de trabajo.

La máquina se siente pesada, la principal causa es que se necesita lubricación y limpieza, se debe de utilizar aceites específicos de acuerdo a cada máquina de coser.

Otra herramienta en la tercera fase de la metodología es el plan de actividades de mantenimiento en base al análisis causa - raíz, este plan es general, debido a que las fallas identificadas ocurren en todas las máquinas de coser (Ver anexo 6).

También se propone un plan de lubricación, inspección, ajuste y limpieza por cada máquina del taller, especificando cada parte de la máquina, con la finalidad de aumentar la continuidad de sus operaciones y prolongar su vida útil. (Ver anexo 7).

Dentro de los puestos de trabajo se hará énfasis, mediante un manual de limpieza, en los estándares buscados y se publicará en lugares visibles dentro del área de producción. Se utilizara imágenes de cómo debe estar su lugar de trabajo.

Al tener identificado los sectores, será fácil de ubicar todo el material que se necesite en el área de producción. También se debe estar permanentemente documentando al personal acerca de no guardar o acumular basura o cosas en mal estado. Para lograr este punto, se pasará ocasionalmente por sitios de trabajo, revisando la indumentaria de los operarios y el uso de implementos de seguridad por parte de ellos, tales como mascarillas y delantales.

Con respecto a la limpieza inicial, como parte del mantenimiento autónomo dentro de las partes de la máquina, se dividirá en tres actividades principales:

- ✓ **Eliminar el polvo, la suciedad y los desechos:** Una limpieza profunda fuerza a los operarios a tocar cada parte del equipo. Esto incrementa su interés para no permitir que se ensucie de nuevo. La limpieza inicial representará algo difícil para los operarios.

- ✓ **Descubrir todas las anomalías:** Una anomalía es una deficiencia, desorden, ligera irregularidad, defecto, falla o fisura que pueda derivar en problemas. Se espera que la implementación del mantenimiento autónomo represente un alto grado de dificultad así que para ello se desarrollará lecciones de punto único que permitirán a los trabajadores aprender a conocer las anomalías usando hojas especialmente preparadas con diagramas simples que las ilustren, por ejemplo el cambio de aguja de una máquina. Se planea utilizar dos tipos de tarjeta, una verde para problemas que los operarios puedan manejar por sí mismos y otra de color rojo para los que necesitan la ayuda del mecánico de la línea (ver figura 20).

Figura 20: Tarjetas verde y roja para operarios

	
TPM Mantenimiento autónomo	TPM Mantenimiento autónomo
 LUGAR DE ANORMALIDAD	 LUGAR DE ANORMALIDAD
EQUIPO MODELO: _____	EQUIPO MODELO: _____
NÚMERO CONTROL: _____	NÚMERO CONTROL: _____
FECHA: ____/____/____	FECHA: ____/____/____
ENCONTRADO POR: _____	ENCONTRADO POR: _____
DESCRIPCIÓN: _____ _____ _____ _____ _____	DESCRIPCIÓN: _____ _____ _____ _____ _____
UNA ESTA TARJETA AL EQUIPO	UNA ESTA TARJETA AL EQUIPO

Fuente: Elaboración propia

✓ **Identificación de los Focos de suciedad (FS) y**

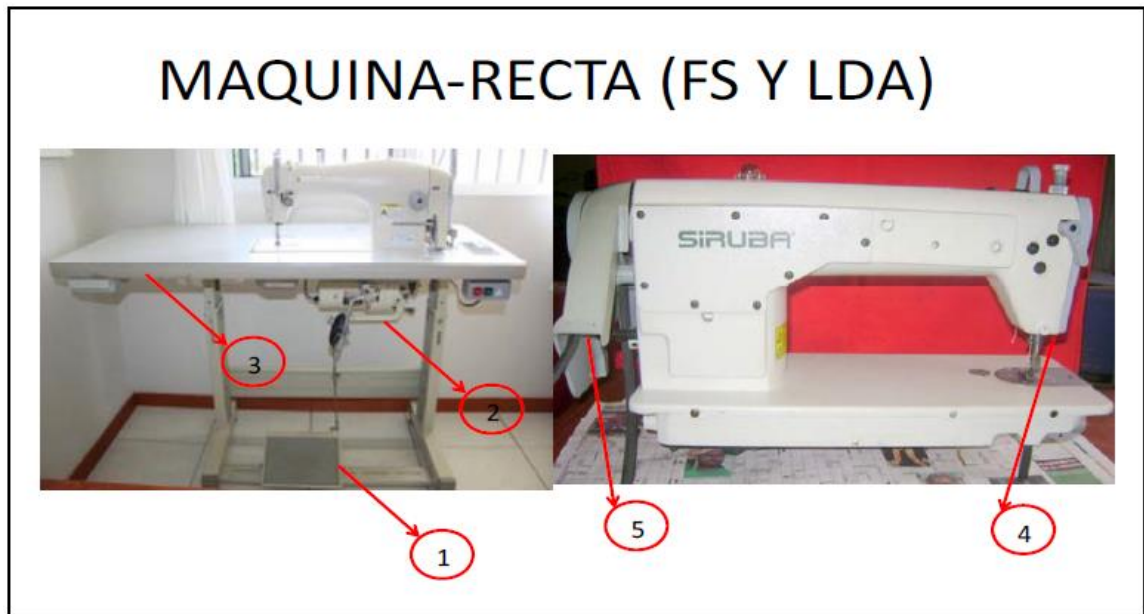
Lugares de difícil acceso para la limpieza (LDA):

Este es un paso muy importante previo a implementar el manual de limpieza. Consiste, en primer lugar, en identificar los focos o fuentes de suciedad en los diversos agentes que se encuentran en el área, esto se realiza con el objetivo de tener conocimiento de que ocasiona la suciedad del área y equipos, además

de poder establecer el mantenimiento autónomo por parte de los trabajadores en las diversas maquinarias existentes.

En segundo lugar, se debe identificar los lugares de difícil acceso para la limpieza, esto se realiza con el objetivo de implementar planes de limpieza de tal forma que se cubra una higiene total en el área de trabajo y que se realice de una manera segura para los trabajadores. En la figura 21 se muestra un ejemplo mediante una fotografía de una máquina recta identificando los FS Y LDA.

Figura 21: FS y LDA de la máquina recta



Fuente: Elaboración propia

1. (FS) El pedal se ensucia debido al polvo generado en el área.
2. (LDA) El motor y la zona de encendido son muy importantes para la limpieza a su vez que son difíciles de limpiar, se debe de implementar un plan para evitar las paradas de la máquina.
3. (FS) Debajo de la mesa, es una zona que casi nunca se limpia.
4. (LDA) El regulador de tensión y el regulador de puntada son importantes y difíciles de limpiar.

- **Elaboración del mapa 5S's:**

Se designarían responsables de limpieza para las áreas de confección, almacén y acabados.

- **Elaboración de lista de chequeo en la implementación de limpieza:**

Se elaborará un formato general de lo que se debe chequear en cada sección por su responsable, para que lo adapte y complemente en su propia área.

6.1.6.2. Implementación:

El día de limpieza se desarrollará un día sábado, y durante 3 horas, se aprovechará que el sábado es el día que se tiene que realizar menor producción y solo se trabaja medio día.

Una vez limpio el lugar, lo más importante es mantener esa limpieza, por eso se hará hincapié a cada encargado de área en que esto se debe mantener, también se colocara un Mapa 5S's.

Además de comunicarle a cada uno la supervisión exhaustiva de su área, se le entregara un formato de chequeo de limpieza para que lo aplique y lo complete de acuerdo a su sección

6.1.6.3. Evaluación:

Luego de realizar el día de limpieza, de la colocación del mapa de las 5S's y de la entrega del formato de limpieza se debe de realizar un seguimiento para identificar si se cumplieron con los principales objetivos de la fase de limpieza; en caso adverso se debe reforzar esta fase con alguna capacitación y auditorías progresivas para establecer nuevos estándares de limpieza e inspección.

6.1.7. Cuarta S: Estandarización:

Como se mencionó anteriormente, para mantener las condiciones de las 5S's, se asignarán responsables en cada sección y se colocará un mapa 5S's en una pizarra, además se determinarán días de limpieza específicos por sección incluido el área del baño.

Se dividió la planta en 3 áreas, las cuales tienen sus respectivos responsables:

- Área 1 (zona de producción): Supervisor de confecciones
- Área 2 (zona de acabados): Supervisor de acabados
- Área 3 (zona de almacén): Encargado de almacén

Además se estandarizo la limpieza del baño de la siguiente manera:

- Lunes: Supervisor de confecciones
- Martes: Supervisor de confecciones
- Miércoles: Supervisor de acabados
- Jueves: Supervisor de acabados
- Viernes: Encargado de almacén
- Sábado: Encargado de almacén

Otro estándar que también se determinará es que se tendrá en espera la tela cortada como máximo 1 día, de esta forma se evitará tener tela cortada ocupando un espacio.

La tercera estandarización es la del momento en que se enviará el producto terminado al almacén, este debe ser el mismo día que se termina el producto. De esta manera se evitará que las prendas se mantengan en el área de confecciones provocando desorden.

Como cuarto estándar, se establecerá que el personal debe llegar minutos antes de las 9 am para poder cambiarse la ropa adecuada e instalarse en su puesto de trabajo, este tiempo será entre 10 a 15 minutos ya que se tiene las costumbre de realizarlo dentro de las horas de trabajo, por lo que se iniciaba a las 9 15 am.

El quinto estándar sería estandarizar los procedimientos utilizados dentro del área de confecciones con ayuda de LUP (lección de un punto), todos serán mapeados (En los anexos 8,9 y 10 se pueden ver algunos ejemplos). De esta manera, se va a lograr minimizar el tiempo que se tarda en realizar cada una de estas operaciones y evitar posibles errores. De la misma forma, se complementará con la reducción del tiempo de set-up, desarrollado junto con la metodología de SMED.

El sexto estándar será dentro del tema de seguridad e higiene industrial y son los siguientes puntos:

- Usar equipos de protección personal:
 - Ropa de trabajo adecuada: mandiles, guardapolvos, entre otros. Pueden utilizarse mandiles de un color distinto para el área de confecciones y otros para corte o acabados.
 - Las instalaciones donde pueda guardarse la ropa u otros objetos personales en forma segura como colgadores, estantes o armarios.
- Prevención ante casos de emergencia: Implementar avisos de señalización en los talleres, pasadizos, oficinas etc. Esto se refiere a avisos de salidas de emergencia, salidas, escape, zonas de protección sísmica, avisos de no fumar, entre otros.

- Prevención ante accidentes: Implementar extintores y botiquines de primeros auxilios. Estos deben estar claramente señalizados y colocados en lugares de fácil acceso.
- Un botiquín debe contener: Vendas esterilizadas, esparadrapos, gasas, tijeras, pinzas, crema antiséptica y medicamentos simples.
- Mantener los servicios básicos en funcionamiento:
 - Instalaciones sanitarias: se debe de tener en buen estado los SSHH (limpieza diaria) para prevenir enfermedades y se debe usar racionalmente el agua potable.
 - Implementar adecuadamente las instalaciones eléctricas (cableados, enchufes, interruptores, pozos de tierra, fluorescentes, entre otros)
 - Implementar tachos de basura en el área de confecciones, pasadizo y las demás áreas. De preferencia que sean de colores: verde para desechos orgánicos y amarillo para desechos inorgánicos.
 - Mantener el área de confecciones adecuadamente pintada (interna y externamente).

El séptimo estándar será el de control de sustancias peligrosas, se realizará a través de medidas simples las cuales son las siguientes:

- Limpiar adecuadamente: no levantar polvo al barrer. El polvo daña la salud del personal y deteriora las máquinas. Si se humedece el polvo será más fácil recogerlo.
- Instalar ventilación localizada pero eficaz. Se debe de abrir las ventanas para mejorar la ventilación.

Por último, se tiene el estándar de ergonomía del lugar de trabajo. Una mala iluminación ocasiona la disminución de la eficiencia de los participantes, ocasiona fatiga visual, cansancio y dolores de cabeza. Se debe de aprovechar al máximo la luz natural, ya que es la mejor fuente de iluminación y la más económica.

Además, se debe ubicar las fuentes de luz en el lugar adecuado. Al cambiar la posición de los fluorescentes, es posible mejorar la iluminación sin incrementar la cantidad de luminaria (la altura ideal para instalar los fluorescentes es de 1.20 metros sobre el nivel de la mesa de trabajo).

6.1.8. Quinta S: Disciplina:

Este último pilar es más difícil de medir por no ser tan visible a diferencia de la clasificación, orden, limpieza y estandarización. La disciplina está relacionada directamente con el cambio cultural de las personas, es por eso que solo la conducta demuestra su presencia, sin embargo se pueden crear condiciones que estimulen la disciplina.

Ganar en hábitos y disciplina es cuestión de tiempo, cosa que a los colaboradores de la empresa en estudio aún les falta, sin embargo, para mantener la motivación y entusiasmo de la implementación se proponen talleres de refuerzo de los conocimientos, donde los empleados explicarán a sus compañeros cada uno de los pilares de las 5S's, así se lograra crear disciplina y sostener el programa.

Para lograr esto será necesario desarrollar herramientas de promoción 5S's como eslóganes, insignias, boletines, exhibición de fotografías de antes y después de la implementación, letreros, manuales de bolsillo, etc.

6.1.9. Beneficios esperados de la aplicación de las 5S's

Los beneficios generados por la implementación de las 5S's y el mantenimiento autónomo son los siguientes:

- La reducción de los tiempos de acceso a los avíos, herramientas y otros elementos de trabajo que ayudaran a que mejore el flujo de trabajo.
- Facilidad de apreciar los escapes, fugas y contaminaciones existentes de las máquinas y que frecuentemente quedan ocultas por elementos innecesarios que se encuentran cerca de los equipos.
- Al contar con un ambiente más limpio, se lograra un aumento significativo de la efectividad global del equipo.,
- Reducción de los despilfarros de materiales y energía, lo que genera que la calidad del producto mejore y se eviten pérdidas por suciedad y contaminación del producto y empaque.
- Mejorar la información en el sitio de trabajo para evitar errores y acciones de riesgo potencial.
- Poder realizar el aseo y la limpieza con mayor facilidad.

6.2. Implementación de SMED

La aplicación de la herramienta SMED será direccionada al proceso de set-up del producto seleccionado. Se seguirá los siguientes pasos rápidos para aplicar SMED.

- **Paso 1 y 2 Formación del equipo de trabajo y Capacitación en temas de SMED.**

Se debe formar un equipo de trabajo, el cual estará compuesto por la supervisora del área y los operarios. La capacitación en temas de SMED, diagrama causa-efecto, diagrama multiactividades y elementos de máquina se realizará en conjunto con las capacitaciones de 5S a cargo del consultor.

- **Paso 3 Análisis de la Situación Actual**

El proceso de set-up es un procedimiento que implica operaciones rutinarias de aproximadamente 17 minutos para las máquinas rectas y remalladoras, que son las principales encargadas de la confección de polos camiseros. Estas operaciones se realizan al inicio del turno, generando un tiempo acumulado importante en el cual la línea de confecciones se para.

Como se mencionó en la fase de estandarización, se tenía la costumbre de empezar el turno de trabajo a las 9.15 am, pero ese

problema ya se solucionó. Por eso que se considera como los tiempos de set-up los tiempos de cambio de herramientas en la máquina. Además, no se incluye el ahorro del tiempo de búsqueda de herramientas, que ya se mejoró con la implementación de las 5S's.

- **Paso 4 Análisis de cambio de formato**

Como ya se mencionó al no contar con un área de planeamiento definida y trabajar de acuerdo a las prioridades, los cambios de formato pueden darse muchas veces al día.

El proceso de cambio de formato es realizado por lo general por el operario de la máquina, el cual realiza una serie de actividades de acuerdo a su función. En las máquinas remalladoras y rectas el operario realiza un total de 14 actividades, las cuales son:

1. Control de velocidad de costura
2. Preparación de los pasadores porta carretes
3. Palanca de elevación del prénsatela
4. Cambio de pie prénsatelas
5. Cambio de aguja
6. Comprobar la aguja
7. Selección del hilo

8. Devanado de la canilla
9. Enhebrado de la canilla
10. Compensación de la tensión del hilo y de la aguja
11. Selección de patrones de puntadas
12. Tecla de cosido hacia atrás
13. Placa de zurcir
14. Probar el cosido

- **Paso 5 Exteriorización de actividades**

La exteriorización de actividades consiste en el entendimiento de cada actividad que tenga la necesidad de parar la máquina para poder ejecutarla. Para realizar esta clasificación se realiza un análisis individual de las actividades en conjunto con los operarios y supervisor de la planta. En la tabla 16 se muestra las actividades exteriorizadas para las máquinas rectas y remalladoras.

**Tabla 16: Actividades exteriorizadas máquinas Recta y
Remalladora**

MÁQUINA	RESPONSABLE	ACTIVIDAD	DURACION (MIN)
Recta/Remalladora	Operario	Control de velocidad de costura	0.40
	Operario	Preparación de los pasadores porta carretes	1.00
	Operario	Palanca de elevación del pie prénsatelas	1.00
	Operario	Cambio de pie prénsatelas	0.40
	Operario	Cambio de aguja	1.00
	Operario	Comprobar la aguja	0.40
	Operario	Selección del hilo	2.00
	Operario	Devanado de la canilla	2.00
	Operario	Enhebrado de la canilla	2.40
	Operario	Compensación de la tensión del hilo y de la aguja	0.80
	Operario	Selección de patrones de puntadas	0.80
	Operario	Tecla de cosido hacia atrás	0.40
	Operario	Placa de zurcir	0.40
	Operario	Probar el cosido	40
			17.00

Fuente: Elaboración propia

Estas actividades son exteriorizadas al balancear la carga laboral del personal de la línea. La exteriorización de actividades no requiere inversión alguna, solo un reordenamiento de la secuencia de las actividades y de la carga laboral de las personas. El mayor desafío en esta etapa es la adaptación del personal al nuevo procedimiento de cambio de formato, por lo que se necesita de capacitación frecuente. Una vez identificadas las actividades externas se procederá al análisis de cada una de ellas y al reordenamiento y balanceo de las actividades de línea.

- **Paso 6 Descripción y análisis de actividades internas**

Las actividades internas son aquellas actividades que requieren que la máquina se encuentre detenida para poder ser ejecutada, esto implica que no puede haber producción durante este tiempo y es aquí donde se puede poner la mayor atención y esfuerzo para reducir los tiempos de cambio de formato.

Para poder identificar las actividades internas que pueden ser mejoradas, es necesario realizar un análisis junto con los operadores de cada una de las actividades de la línea, buscando en primera instancia reducir las actividades que más tiempo duran, las dificultades que encuentran los operadores para ejecutarlas y la complejidad para realizar las mismas.

Una vez que se han identificados las actividades que requieren de la máquina parada, serán evaluadas las habilidades y herramientas requeridas así, como la complejidad y disponibilidad de los materiales. Aquí nacen las siguientes propuestas:

- Se propone que una persona de acabados prepare la máquina junto con el operario para así reducir los tiempos de preparación. Esto será posible, porque en dicha área se cuenta con la mayor cantidad de personal y se puede afrontar que ayuden a los operarios de las máquinas a la hora del set up por cambios imprevistos en la producción.

Dicho operario de acabados realizará en paralelo las operaciones con el operario de máquina lo que se pueda realizar y el resto del tiempo dará apoyo para reducir los tiempos que demoran las operaciones.

- Los operarios deberán llegar minutos antes de las 9 am, de tal forma que deben estar ubicados en su puesto con los implementos de trabajo listos y las herramientas en orden a las 9 am.
- Después de la implementación de la metodología de las 5S's se debe de tener las herramientas necesarias en la línea, asimismo se deberá tener la cantidad necesaria para el cambio de formato en lugar fijo, accesible y bien identificado.
- La cuarta fase de la metodología de 5S's (estandarización), con ayuda de los LUP (lección de un punto), permitirán tener los procesos mapeados. De esta manera se reducirá el tiempo de operación de todos los procesos.
- Capacitación y entrenamiento a operadores en temas de SMED y mejora de procesos y métodos. Esto estará a cargo del consultor que implementó el programa de 5S's y mantenimiento autónomo

La Tabla 17 muestra el diagrama de actividades del operario antes de la aplicación de la herramienta SMED y el tiempo promedio que estas conllevan. Se puede apreciar los tiempos que le toma realizar cada operación.

Tabla 17: Diagrama de actividades antes de aplicar SMED

TIEMPO (MIN)	ACTIVIDADES OPERARIO MÁQUINA
1.00	Control de velocidad de costura
2.00	Preparación de los pasadores porta carretes
3.00	Palanca de elevación del pie prénsatelas
	Cambio de pie prénsatelas
4.00	Cambio de aguja
	Comprobar la aguja
5.00	Selección del hilo
6.00	
7.00	Devanado de la canilla
8.00	
9.00	Enhebrado de la canilla
10.00	
11.00	Compensación de la tensión del hilo y de la aguja
12.00	Selección de patrones de puntadas
13.00	Tecla de cosido hacia atrás
	Placa de zurcir
14.00	Probar el cosido
15.00	
16.00	
17.00	

Fuente: Elaboración propia

La tabla 18 muestra el diagrama de actividades conjuntas después de aplicar la herramienta SMED. Se aprecia una reducción en el total de operaciones y en el tiempo promedio utilizado, obteniendo una reducción del tiempo de set-up total de 7 minutos.

Tabla 18: Diagrama de actividades conjuntas luego de aplicar

SMED

TIEMPO (MIN)	ACTIVIDADES OPERARIO MÁQUINA	ACTIVIDADES OPERARIO ACABADOS
1.00	Control de velocidad de costura	Preparación de los pasadores porta carretes
2.00	Cambio de aguja	Palanca de elevación del pie prénsatelas
3.00	Comprobar la aguja	Cambio de pie prénsatelas
	Selección del hilo	Apoyo operario de máquina
4.00	Devanado de la canilla	
	Enhebrado de la canilla	
5.00	Compensación de la tensión del hilo y de la aguja	
6	Selección de patrones de puntadas	
7	Tecla de cosido hacia atrás	
8	Placa de zurcir	
9	Probar el cosido	
10		
11	TIEMPO AHORRADO 7 MINUTOS POR SET UP	
12		
13		
14		
15		
16		
17		

Fuente: Elaboración propia

- **Beneficios de la implementación**

Entre los beneficios de la implementación de SMED en la línea de confecciones podemos mencionar como el más importante la reducción del tiempo de set-up de 17 minutos a 10 minutos para las máquinas remalladoras y rectas.

Otro de los grandes beneficios será el incremento del nivel de conocimientos de los operadores, no solo los de costura sino también los de acabados, al verse ambos involucrados en el proceso.

Una de las herramientas utilizadas para la capacitación serán lecciones de un punto o LUP's, las cuales consisten en presentaciones de máximo 5 minutos realizadas por los operadores a sus compañeros de trabajo sobre un tema específico. Otra de las herramientas serán las charlas con material didáctico y participación de los operarios. Por último, se reforzará lo aprendido con sesiones prácticas cronometradas del cambio de formato en las cuales se validará el cumplimiento del procedimiento tanto en tiempo como en condiciones de limpieza.

La disponibilidad de herramientas y piezas de cambio es un beneficio complementario que se reforzará después de la implementación de las 5S's, pues se afianzará el concepto y la importancia de tener un armario lleno de herramientas, útiles de limpieza y piezas de cambio.

El incremento de O.E.E traerá consigo un aumento del tiempo disponible, el cual puede ser aprovechado por la gerencia para incrementar los volúmenes de producción y reducir las horas extras del personal.

6.3. Medición de los indicadores después de la implementación de las 5S's, mantenimiento autónomo y SMED

En las áreas de confecciones, almacén y acabados se espera un avance constante hasta la tercera fase de la implantación de las 5S's, es decir hasta la limpieza, luego se podría tornar más difícil, debido a la carga de trabajo y la posible disminución del interés y motivación de los involucrados. A pesar de eso, se insistirá con charlas y auditorías constantes.

A continuación se detallan los tiempos que se espera obtendrán una reducción después de la aplicación de las herramientas de manufactura esbelta.

1. Tiempo de búsqueda de avíos
2. Tiempo de búsqueda de herramientas de mecánica
3. Tiempo de búsqueda de útiles de confecciones
4. Tiempo de Set-Up de las máquinas en la línea.

En la tabla 19 se muestra un cuadro que compara el estado actual y el que se espera para los tiempos ya mencionados después de la implementación de las herramientas de 5S's, mantenimiento autónomo y SMED.

Tabla 19: Reducción de tiempos de promedio actividades después de la implementación de 5S's y mantenimiento autónomo

	Tiempo (min/día) antes de la implementación	Tiempo (min/día) después de la implementación
Tiempo de búsqueda de avíos	20.00	4.00
Tiempo de búsqueda de herramientas de mecánica	15.00	5.00
Tiempo de búsqueda de útiles de confecciones	10.00	2.00
Tiempo de Set-up de las máquinas	17.00	10.00

Fuente: Elaboración propia

El tiempo promedio de fallas del total de las máquinas aumentaría de 109.2 horas en promedio a 270.4 horas, esto representa un incremento de 147% en la confiabilidad del total de la línea. Ver tabla 20.

Tabla 20: MTBF después de implementar 5S's

Nro.	Máquina	Tiempo de operación (horas)	Nro. de fallas	MTBF (horas)
1	Fusionadora	83.20	0.20	416.00
2	Rectas	187.20	1.00	187.20
3	Remalladoras	187.20	0.50	374.40
4	Bordadoras	135.20	0.50	270.40
5	Ojaladoras	187.20	1.00	187.20
6	Botonera	187.20	1.00	187.20
			MTBF promedio	270.40

Fuente: Elaboración propia

El tiempo promedio para reparar disminuiría de 84.5 minutos a 53.33 minutos en promedio, esto representa una reducción del 36.8%. Ver tabla 21.

Tabla 21: MTTR después de implementar 5S's

Nro.	Máquina	Tiempo para restaurar (min)	Nro. de fallas	MTTR (min)
1	Fusionadora	10.00	0.20	50.00
2	Rectas	50.00	1.00	50.00
3	Remalladoras	40.00	0.50	80.00
4	Bordadoras	30.00	0.50	60.00
5	Ojaladoras	50.00	1.00	50.00
6	Botonera	30.00	1.00	30.00
			MTTR promedio	53.33

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al OEE, la disponibilidad aumentaría de 92.1% a 96.46 % debido a que el tiempo dedicado a las paradas no planificadas disminuirá como consecuencia del decremento del tiempo de set-up y del tiempo total para reparar a lo largo del año. El rendimiento aumentará de 86.5% a 90.28% debido a que el tiempo bruto de producción crece al disminuir el tiempo de paradas no planificadas. La tasa de calidad aumentará de 86.97% a 95.22%, debido a que se espera que el porcentaje de defectuosos promedio disminuirá un 40% una vez aplicadas todas las herramientas lean.

El OEE global de la línea se incrementaría de 69.3% a 82.92% como consecuencia del aumento de los indicadores mencionados, esto llevaría nuestra OEE de ser regular y de baja competitividad, a ser aceptable y en

camino a convertir a la empresa en World Class. Los detalles se muestran en las Tablas 22 y 23.

Tabla 22: Resumen del cálculo de la efectividad Global de Equipo en el área de confecciones después de implementar las mejoras.

Tiempo calendario	8640.00	horas
Tiempo total de operación	2808.00	horas
Tiempo no programado	5832.00	horas
Tiempo de carga	2496.00	horas
Paradas planificadas	312.00	horas
Tiempo bruto de producción	2407.70	horas
Paradas no planificadas	88.30	horas
Tiempo neto	2173.70	horas
Perdidas de eficiencia	234.00	horas
Tiempo de valor añadido	2069.80	horas
Perdidas de calidad	103.90	horas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Resumen del cálculo de la efectividad Global de Equipo para el área de confecciones después de implementar las mejoras.

Disponibilidad	96.46%
Tasa de Rendimiento	90.28%
Tasa de Calidad	95.22%
OEE	82.92%

Fuente: Elaboración propia

6.4. Balanceo de línea para la aplicación de un sistema modular en la empresa

Las herramientas que se utilizarán para lograr llevar a cabo un sistema modular serán las siguientes.

6.4.1. Balance + Distribución de puestos

Para la elaboración de un Balance, se siguen los pasos que a continuación se detallan:

a. Primero definimos la secuencia de operaciones:

Tabla 24: Secuencia de operaciones

Operación	Descripción	Tiempo	Tipo de máquina
1	Fusionado de la tela con el pelón para la pechera	0.33	FS
2	Confección de la pechera	1.25	RT
3	Armado del polo	3.00	RM
4	Hacer ojales	0.75	OJ
5	Colocar botones	1.25	BT

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 24 muestra la relación las operaciones que se deben ejecutar para confeccionar el producto en el área de producción, estas operaciones deben contar con su correspondiente tiempo de ejecución promedio, además la identificación de qué tipo de máquina se aplica a la operación correspondiente

b. Luego determinamos las zonas de trabajo

Tabla 25: Determinación de zonas de trabajo

Operación	Descripción de la Op.	Tiempo Op.	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	%		
1	Fusionado de la tela con el pelón para la pechera	0.33	0.33				100.00%	55.00%	42.67%
2	Confección de la pechera	1.25	1.25				100.00%		
3	Armado del polo	3.00	0.07	1.65	1.28		2.33%		
4	Hacer ojales	0.75			0.37	0.38	49.33%		
5	Colocar botones	1.25				1.25	100.00%		
Total			1.65	1.65	1.65	1.63			

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 25 se puede visualizar el resultado de los cálculos para la determinación de las zonas de trabajo. Debe quedar establecido el equipo de trabajo. Para un mejor entendimiento detallamos dichos cálculos:

- Cálculo del tiempo se zona.- Contando con los datos “tiempo total de ciclo” y el “# de operadores en equipo”, obtenemos el tiempo de zona.

Suma tiempos

operación 6.58

Nro. de
operarios 4.00

Tiempo de

zona $6.58/4 =$ **1.65**

- Teniendo en cuenta que este tiempo representa el tiempo que debe abarcar cada zona, se procede a calcular la composición de cada una de ellas en relación a las operaciones.

Ej. Cálculo de zona 1.- La operación 01 requiere un tiempo de 0.33 min y como el tiempo de zona es 1.6459 min por diferencia tenemos un tiempo disponible en esta zona para realizar parte de las siguientes operaciones (operación 02 y 03) lo cual resulta aproximadamente 1.25 minutos y 0.07 minutos respectivamente, con lo cual se completa el tiempo de dicha zona. De esta misma forma se hace el cálculo para todas las zonas hasta cubrir la totalidad de operaciones.

- A continuación se determina el tiempo total de ciclo incluyendo los tiempos de elementos manuales, estos últimos son datos estandarizados.

Suma tiempos de

operación 6.58

tiempo elementos

manuales 1.031

caminar y posición 0.432

Tolerancia para

realineación 0.167

ir a buscar trabajo 0.432

Tiempo total de ciclo 7.61

- Con dicho dato se obtiene el número de prendas a producir por trabajador a partir de la relación:

$$\text{Producción por persona} = \frac{\text{jornada por persona}}{\text{tiempo total de ciclo}}$$

$$\frac{480}{7.61}$$

Producción por persona = 63.0749 Unid./persona

- Por último calculamos el número de prendas a obtener por día

Producción diaria= Producción por persona*número operarios

$$= 63.0749*4$$

Producción diaria= 252.3 unidades

6.4.2. Sistema de Incentivos

La forma de pago de incentivos por productividad que se seguiría es la siguiente:

RT: Remuneración total

HI: Pago basado en la habilidad individual

ID: Pago por desempeño del módulo, y que es un monto igual para todos los integrantes del mismo.

Entonces:

$$RT = HI + ID$$

Ejemplo: HI: S/.15.33 ID: S/.7.50

$$RT = S/.22.83$$

El cálculo del ID resulta de la diferencia entre la producción real y la producción base multiplicada por un valor por prenda que está en función de la política de remuneraciones de la empresa.

$ID = (PR - PB) * PP$ donde:

PR: Producción real

PB: Producción base (a partir de la cual se paga el incentivo por cada prenda producida)

PP: Precio por prenda

Ejemplo: PR: 720 prendas PB: 600 prendas

PP: S/.0.0625

$ID = S/.7.50$

6.4.3. Matriz de polifuncionalidad o polivalencia

Matriz en el que se tiene registrado para cada operario las operaciones que domina y que potencial tiene por cada operación.

Se debe lograr que cada operario domine, por lo menos, la operación previa y la siguiente a su operación principal. Esta tabla (Tabla 26) se obtiene de los cálculos realizados en el punto 6.4.1.

Tabla 26: Matriz de polifuncionalidad

Zona	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Operario	Operario 1	Operario 2	Operario 3	Operario 4
Fusionado de la tela con el pelón para la pechera	x			
Confección de la pechera	x	X	x	
Armado del polo	x	X	x	x
Hacer ojales	x	X	x	x
Colocar botones			x	x

Actividad principal	x
Actividad adicional	x

Fuente: Elaboración propia

6.4.4. Mantenimiento preventivo / atenciones básicas de máquina

Entre las principales atenciones básicas que se requieren de cada operario se tienen:

- Limpieza de máquina
- Revisión del nivel de aceite y filtraciones
- Atención a ruidos y vibraciones
- Enhebrado de hilo de cada tipo de máquina
- Cambio de aguja y prénsatela
- Ajuste de presión del prénsatela
- Regulación del Nro. de puntadas por pulgada.

6.4.5. Tablero de control

Un tablero básico de control de producción por proceso tiene la siguiente forma:

Tabla 27: Modelo de tablero de control para sistema modular

ARTÍCULO		CUOTA (PRD/HORA)	
----------	--	---------------------	--

MINUTOS POR PRENDA		MÓDULO	
--------------------------	--	--------	--

HORA	PRENDAS	PRD. ACUM.	EFICACIA	EFIC. ACUM.
9:00				
10:00				
11:00				
12:00				
1:00				
3:00				
4:00				
5:00				

Fuente: Elaboración propia

6.4.6. Aspectos motivacionales y de comunicación

Las técnicas que se usan se ponen en práctica en las reuniones de los integrantes del grupo. Algunas de las técnicas más comunes son:

- Ejercicios de relajación
- Lectura de los códigos de conducta (p.e. Decálogo de la línea)
- Aplicación de técnicas de comunicación
- Análisis técnicos de los productos
- Análisis del resultado de la gestión y metas futuras
- Celebración de diversos acontecimientos

6.4.7. Aplicación de la multifuncionalidad de la mano de obra

Para lograr una correcta aplicación de la manufactura esbelta en la empresa se buscará lograr multifuncionalidad en sus 3 dimensiones, para tal fin y para no tener que incurrir en grandes gastos de capacitación, se buscará que los empleados se enseñen unos a otros en las tareas que realizan día a día.

Al ser la empresa en estudio, una pequeña empresa, no se dará multifuncionalidad vertical pues no se cuenta con el personal suficiente para tal fin.

En su defecto se dará una multifuncionalidad horizontal en los diferentes niveles del organigrama de la empresa, es decir:

- Los encargados de las diferentes áreas, sabrán las diferentes funciones que los demás encargados tienen, con lo que, si alguna vez alguno no se presenta a trabajar por cualquiera que sea la razón, los otros encargados podrán reemplazarlo sin ningún problema.
- Para los operarios encargados del proceso productivo, la multifuncionalidad se dividirá por áreas. En producción se buscará que los especialistas en costura recta conozcan la costura de remalle y viceversa, así como también sepan manejar las máquinas ojaladora y botonera.
- En acabados se buscará que los operarios tengan noción de como cortar las prendas básicas (polos, gorros), como también manejar las máquinas recta y remalladora para confeccionar las mencionadas prendas básicas
- Por último se dará a todo el personal inducción en lo que es acabados de las prendas (limpiar hilos, doblar prendas, embolsar, etc.) para que ante cualquier eventualidad puedan apoyar en dicha área, en este último punto se incluirá a los operarios de almacén.
- En cuanto al área de bordados, se buscará que cuenten con multifuncionalidad profunda, es decir, que sepan cómo solucionar

problemas básicos de las máquinas sin tener que contratar a un técnico especialista.

Cabe mencionar que la empresa ya aplica la multifuncionalidad parcialmente. Algunos operarios saben manejar más de una máquina o realizar más de alguna actividad, pero con la aplicación de la manufactura esbelta, se buscará llegar a un nuevo nivel, en el que todos los trabajadores sean multifuncionales y que nadie sea indispensable para la empresa.

CAPÍTULO 7: EVALUACIÓN DEL IMPACTO ECONÓMICO

En este capítulo se evaluará cual sería el impacto económico de la implementación de las 5S's, mantenimiento autónomo y SMED en la empresa. Se realizará el análisis tomando en cuenta gastos implicados en la implementación de cada una de las herramientas, para luego proceder a evaluar cuál es el ahorro significativo que se obtiene por la implementación, evaluando la cantidad de horas-hombre que se ahorrarían al implementar las propuestas. Por último se procederá a evaluar el flujo de caja del proyecto.

7.1. Costo de personal:

Debido a que la implementación va de la mano con la capacitación, es necesario realizar el cálculo del costo de la hora-hombre del personal involucrado, tanto de operarios como del personal administrativo y gerencial.

Cabe resaltar que el salario de los operarios de acabados y confecciones es el actual mínimo vital para la jornada laboral de 8 horas, son ellos los que a veces se tienen que quedar horas extra a acabar con algún pedido, y que según el TUO del D.Leg.854-D.S 007-02-TR-04-07-02 para las dos primeras horas extras se realizará el pago de veinticinco por ciento (25%) por hora sobre la remuneración percibida por el trabajador; mientras que será del treinta y cinco por ciento (35%) para las horas restantes.

Los resultados obtenidos se pueden observar en la tabla 28.

Tabla 28: Costo horas hombre personal involucrado en proceso de confección de polos camiseros

	Operarios confecciones/ acabados/ bordados	Almacenero	Operarios corte	Supervisores/Encargados áreas
Sueldo	750.00	850.00	1200.00	1000.00
Días	26.00	26.00	26.00	26.00
Horas/día	11.00	8.00	8.00	8.00
Costo horas - hombre (S/.)	3.61	4.09	5.77	4.81
Costo horas extra (2 primeras S/.)	4.51	-	-	-
Costo horas extra (desde 3era hora S/.)	4.87	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

7.2. Gastos de implementación:

La descripción de los gastos toma en cuenta las actividades que se realizan durante la implementación de manufactura esbelta. Se consideró a todo el personal como parte del equipo de trabajo de cada área, dado que para mantener y mejorar de forma continua cada área se hace necesaria su participación.

El detalle de las actividades tomadas en cuenta para la implementación se muestra en el anexo 11.

En la tabla 29 se muestra el detalle de costos de la implementación de las 5S's y el mantenimiento autónomo de la empresa, el cual se estima equivaldrá a S/.8700.01.

Tabla 29: Detalle de costos de la implementación de las 5S's y mantenimiento autónomo

	Ítem	Costo	Cantidad	Horas	Total
Costos implementación	Repisa para etiquetas y EPP's	500.00	2.00		S/.1,000.00
	Tablero de gestión visual	100.00	1.00		S/.100.00
	Lecciones de un punto	3.00	18.00		S/.54.00
	Baldes de pintura	55.00	3.00		S/.165.00
	Papelería (afiches, hojas bond, etc.)	30.00	2.00		S/.60.00
	Letreros	10.00	20.00		S/.200.00
	Útiles de limpieza (escobas, recogedores)	60.00	4.00		S/.240.00
	Organización de charlas EPP's (guardapolvos, mascarillas, etc.)	50.00	14.00		S/.700.00
Reuniones de capacitación inductora de 5S y mantenimiento autónomo (5horas)	Costo de operarios confección, acabados y bordados	130.00	10.00		S/.1,300.00
	Costo supervisores/encargados de áreas	3.61	10.00	5.00	S/.180.29
	Costo almacenero	4.81	2.00	5.00	S/.48.08
	Costo operarios corte	4.09	1.00	5.00	S/.20.43
	Costo capacitador	5.77	3.00	5.00	S/.86.54
Capacitación mejora continua (2 horas)	Costo de operarios confección, acabados y bordados	300.00	1.00	5.00	S/.1,500.00
	Costo supervisores/encargados de áreas	3.61	10.00	2.00	S/.72.12
	Costo almaceneros	4.81	2.00	2.00	S/.19.23
	Costo operarios corte	4.09	1.00	2.00	S/.8.17
	Costo capacitador	5.77	3.00	2.00	S/.34.62
Implementación de la 1S y 2S (8 horas)	Costo de operarios confección, acabados y bordados	300.00	1.00	2.00	S/.600.00
	Costo supervisores/encargados de áreas	3.61	10.00	8.00	S/.288.46
	Costo almaceneros	4.81	2.00	8.00	S/.76.92
	Costo operarios corte	4.09	1.00	8.00	S/.32.69
	Costo Auditoria 1S y 2S	5.77	3.00	8.00	S/.138.46
Costo reunión implementación de 3S y 4S (8 horas)	Costo de operarios confección, acabados y bordados	200.00	2.00		S/.400.00
	Costo supervisores/encargados de áreas	3.61	10.00	8.00	S/.288.46
	Costo almaceneros	4.81	2.00	8.00	S/.76.92
	Costo operarios corte	4.09	1.00	8.00	S/.32.69
	Costo Auditoria 3S y 4S	5.77	3.00	8.00	S/.138.46
Costo monitoreo y revisión (4 horas)	Costo supervisores/encargados de áreas	200.00	2.00		S/.400.00
	Auditoria 5S	4.81	2.00	4.00	S/.38.46
				TOTAL	S/.8,700.01

Fuente: Elaboración propia

Para poder implementar la herramienta SMED, luego de haber tenido éxito la metodología de las 5S's y mantenimiento autónomo, se proyecta que se deberá realizar una inversión equivalente a S./ 702.88 (ver tabla 30).

Tabla 30: Detalle de costos de implementación de SMED

Actividad	Tiempo (horas)	Costo	Nro. Operarios	Costo total
Capacitación	5.00	3.61	9.00	S/.162.26
Estudio del Set up	3.00	3.61	9.00	S/.97.36
Mejorar elementos de operación	3.00	3.61	4.00	S/.43.27
Auditoria SMED	2.00	200.00		S/.400.00
TOTAL				S/.702.88

Fuente: Elaboración propia

7.3. Beneficio generado por la propuesta

Se procede a calcular el beneficio que generará, en horas-hombre, la implementación de las herramientas. Tomando en cuenta que se aplicarán con la finalidad de reducir tiempos, se tomó en cuenta data histórica anual que nos permita estimar como sería el cambio anualizado. Para encontrar este ahorro se toma en cuenta el impacto estimado que ocasiona cada herramienta en la reducción de tiempos para el desarrollo de las actividades en la línea de confecciones.

Esta reducción porcentual se multiplica por los tiempos de anualizados para poder hallar el tiempo que llevaría realizar la actividad luego de la implementación de la propuesta. De esta forma, la diferencia entre estos dos tiempos nos da como resultado el total anual de horas hombres que se ahorran por implementar las mejoras. Estos cálculos son multiplicados por el costo de la tabla 28.

7.3.1. Beneficio generado por la implementación de las 5S's y mantenimiento autónomo

La primera mejora cuantificada es la del ahorro del tiempo de búsqueda de herramientas y avíos, después de la implementación de las 5S's, la cual era de aproximadamente 15 minutos diarios por operario y disminuye a 5 minutos diarios. El cálculo del ahorro generado se realiza multiplicando el tiempo por el costo de hora hombre del operario. La tabla 31 muestra el detalle de los cálculos.

Tabla 31: Ahorro generado por disminución del tiempo de búsqueda de herramientas y avíos

Cantidad de personas	Tiempo de búsqueda de herramientas (min)	Tiempo de búsqueda de herramientas total (min)	Total anual (minutos)	Total anual (horas)
12	15.00	180.00	56160.00	936.00
12	5.00	60.00	18720.00	312.00
			Reducción de horas anuales de búsqueda	624.00
			Ahorro (H-H) S/.	2800.00

Fuente: Elaboración propia

También se cuantificó el ahorro generado por la disminución de productos defectuosos (5.68% a 2.27 %), esto generara ahorro en la inspección y reproceso de prendas. El total de horas anuales trabajadas se obtiene del producto de las siguientes cantidades: horas anuales de operación por el 60 % que representa el porcentaje de la cantidad disminuida de defectuosos. Finalmente, esto se multiplica por el costo de hora hombre de los operarios involucrados para calcular el ahorro (ver tabla 32).

Tabla 32: Ahorro generado por disminución porcentaje de productos defectuosos

Cantidad de personas	Porcentaje defectuosos-antes	Porcentaje defectuosos-después	Diferencia
	5.68%	2.27%	3.41%
	Costo de H-H	Horas anuales	Ahorro en H-H (S/.)
1	3.61	1684.80	6082.10

Fuente: Elaboración propia

7.3.2. Beneficio generado por la implementación del SMED

La implementación de la herramienta SMED, trajo como beneficios la reducción del tiempo de arranque de máquina o set-up, que tuvo un decremento de 17 a 10 minutos por máquina, esto se logró en conjunto con la cuarta fase de la 5S's, estandarización, pues se crearon procedimientos y lecciones de punto (ver tablas 33 y 34).

**Tabla 33: Ahorro generado por disminución de los tiempos de parada
anuales**

Nro.	Máquina	Tiempo para restaurar (min) - Antes	Tiempo para restaurar (min) - Después	Nro. de fallas - Antes	Nro. de fallas - Después	Diferencia mensual (minutos)	
1	Fusionadora	52.00	10.00	1.00	0.20	50.00	
2	Rectas	270.00	50.00	3.00	1.00	760.00	
3	Remalladoras	160.00	40.00	2.00	0.50	300.00	
4	Bordadoras	105.00	30.00	1.00	0.50	90.00	
5	Ojaladoras	180.00	50.00	2.00	1.00	310.00	
6	Botonera	90.00	30.00	1.00	1.00	60.00	
						1570.00	
						Diferencia mensual (horas)	26.17
						Diferencia anual (horas)	314.00
						Ahorro H-H (S/.)	1133.54

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Ahorro generado por disminución del tiempo de Set-Up

	Cantidad de máquinas	Tiempo de Set-Up diario (Minutos)	Tiempo de Set-Up total (Minutos)	Total anual (Minutos)	Total anual (Horas)
Antes	6.00	17.00	102.00	31824.00	530.40
Después de las 5s	6.00	10.00	60.00	18720.00	312.00
				Diferencia en horas anuales	218.40
				Ahorro de H-H (S/.)	788.42

Fuente: Elaboración propia

7.3.3. Resumen del impacto

La inversión generada por la implementación de las herramientas de manufactura esbelta, el ahorro que conlleva y el retorno de la inversión se muestran en la tabla 35.

Tabla 35: Retorno de la inversión

Herramientas	Costo (S/.)	Ahorro Anual (S/.)	Retorno de la inversión (Años)
5s y mantenimiento autónomo	8700.01	8882.10	0.98
SMED	702.88	1921.96	0.37

Fuente: Elaboración propia

Se debe mencionar también que existen aspectos que no son cuantificables, pero que si generan mejoras. Por ejemplo, la implementación de las 5S's conlleva una mejora en la imagen del área de confecciones, esto representa un mejor entorno de trabajo para los operarios, lo que ayuda a mejorar su desempeño laboral.

7.3.4. Beneficio generado por la mejora de la productividad

Adicionalmente al ahorro en horas hombre generado por la reducción de tiempos que trae consigo la aplicación de la manufactura esbelta, este nuevo tiempo disponible se utilizara para mejorar la productividad de la empresa, ya que se lograran producir más unidades de polos camiseros sin aumentar las horas de trabajo.

Dicho aumento se ve reflejado en la siguiente tabla:

Tabla 36: Beneficio por la mejora de la productividad

Total de tiempo ahorradas en un año	2841.20 170472	hrs mins
Porcentaje del tiempo que se utilizara en polos camiseros	56.00% 95464.32	mins
Tiempo en producir 20 polos	227.50	mins
Paquetes de 20 polos que se podrán producir	420.00	paquetes
Unidades que se podrán producir	8392.00	unidades
Precio promedio de un polo camisero simple	S/.26.00	
Beneficio de la mejora de la productividad	S/.218,192.00	

Fuente: Elaboración propia

7.3.5. Flujo de caja del proyecto.

La tabla 37 nos muestra, a lo largo de los 5 primeros años, como se desarrolla el flujo de caja del proyecto mediante cada implementación. Desde que inicia el proyecto, el año 0 representa el año en que se realizará la implementación de las 5S's en conjunto con el mantenimiento autónomo y posteriormente la aplicación de SMED, luego en los años posteriores se podrá apreciar los ahorros y beneficios generados. Se considera un egreso de S. / 4701.40 equivalente a la mitad de la inversión debido a auditorías y charlas programadas con el fin de mantener las 5S's, el mantenimiento autónomo, el SMED, mantenimiento de insumos de limpieza, maquinaria, pintura, etc.

Tabla 37: Flujo de caja del proyecto (S/.)

Año	0	1	2	3	4	5
Ahorro	0	10804.06	10804.06	10804.06	10804.06	10804.06
Egresos	9402.90	4701.40	4701.40	4701.40	4701.40	4701.40
Ingresos - Egresos	- 9402.90	6102.60	6102.60	6102.60	6102.60	6102.60

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, este flujo de caja nos deja como resultados los siguientes indicadores del Proyecto: El Valor presente neto (VAN), calculado con una tasa de interés del 20%, para este proyecto tiene como equivalente el valor monetario de S/. 8847.66 y mientras que la Tasa interna de retorno (TIR) es de 58%.

La tasa de interés elegida para el cálculo del VAN se determinó con la idea de que la el proyecto genere una gran ganancia a la empresa. Considerando que si se invirtiera el dinero en un banco, se podría ganar hasta un 8% anual y que el riesgo a la hora de invertir en un proyecto como este es mayor, un 20% como mínimo es lo que se puede esperar como “premio” al riesgo y para que la gerencia lo vea como una buena inversión.

CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES

- Queda demostrado, basándose en el análisis realizado de la situación actual de la empresa en estudio y comparándolo con el análisis financiero y los beneficios esperados de la propuesta, que con la aplicación de la manufactura esbelta se lograra aprovechar de una mejor manera los todos recursos de la empresa. También se lograra una mayor eficiencia y mejora continua.
- El proyecto es factible de realizar pues se cuenta con un VAN de S/. 8847.66 > 0 y una TIR de 58% mayor al 50%, lo cual es muy bueno para una tasa de retorno.
- Según el análisis realizado se pudo encontrar una serie de deficiencias en el proceso actual de fabricación de polos camiseros. Para eliminar o reducir de manera significativa dichas deficiencias, se seguirá un plan específico de mejora del proceso implementando las herramientas de la manufactura esbelta, 5S'S, SMED y mantenimiento autónomo, logrando así una mayor competitividad de la empresa.
- La implementación de las 5S'S es fundamental, como se pudo apreciar en este trabajo de investigación, para la implementación del mantenimiento autónomo y la posterior implementación del SMED, ya que sin la base inicial de las 5S's sería muy difícil poder implementar otras herramientas de manufactura esbelta.

- La implementación del mantenimiento autónomo en conjunto con las 5S's contribuirá a mejorar el ambiente de trabajo, ya que con la eliminación de actividades innecesarias dentro del procesos productivo, se generará un cambio de actitud de los empleados hacia un lugar de trabajo limpio, ordenado, seguro y agradable para trabajar, es por ello que es fundamental la participación de todos los miembros de la organización desde los directivos hasta los operarios
- La implementación de la herramienta SMED nos permite conocer al detalle el proceso de operación y puesta en marcha de la línea de confecciones, tanto en sus aspectos operativos como de calidad y seguridad.
- La aplicación de las herramientas de manufactura esbelta le proporcionan a la empresa una ventaja competitiva en calidad, flexibilidad y cumplimiento, que, a largo plazo, se verá reflejado en aumento de ventas y mayor utilidad por parte de la empresa.

CAPÍTULO 9: RECOMENDACIONES

- Se recomienda que todos los miembros de la organización comprendan que este es un proceso de mejora continua. Se debe saber que tiene un inicio, pero no tiene una final, pues se busca generar ventajas competitivas sostenibles en el tiempo. Para lograr este propósito, la gerencia debe estar consciente que la implementación de las herramientas de manufactura esbelta es fundamental para generar ahorros sustanciales que se podrán obtener en base a la eliminación sistemática de los diferentes tipos de desperdicios identificados dentro de la organización, esta búsqueda de mejora continua luego del proyecto. Se debe seguir averiguando oportunidades de mejora durante toda la vida de la organización para garantizar su supervivencia y la innovación de sus procesos.
- Los estándares obtenidos después de la implementación de las 5S's dentro de los puestos de trabajo y el área deben ser respetadas por todas las personas, con el objetivo de mantener un entorno laboral agradable y seguro. Estos estándares se deben complementar con los obtenidos debido al mantenimiento autónomo, de esta manera se debe sostener en el tiempo el OEE de 82.92% y así generar una ventaja competitiva.
- La implementación del SMED debe ser llevada a cabo por un grupo multidisciplinario conformado por persona del área productiva, de calidad, mantenimiento e ingeniería industrial, ya que requiere su activa participación

para poder llevar a cabo con éxito el proyecto. También, es recomendable que el personal de la línea seleccionada permanezca fijo en los turnos de trabajo durante el periodo de implementación del SMED, ya que de lo contrario se perdería la continuidad del proceso y el proyecto tomaría más tiempo.

- Es recomendable documentar cada uno de los pasos realizados y realizar retroalimentación al personal del proyecto y a los líderes de la planta. Pues se debe monitorear el avance del proyecto y advertir de cualquier desviación que se presente durante la implementación. Además se sugiere realizar auditorías internas y externas posteriores a la implementación del proyecto, con el fin de mantener un estado óptimo.

CAPÍTULO 10: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barcia, K. & Mendoza G. (s/f). Aplicación de la Metodología SMED para la reducción de los tiempos de cambio de formato en una línea de producción de helados. Revista Tecnológica ESPOL. Guayaquil. Vol. xx, N. xx, pp-pp.

Bravo, V. (2011). Metodología Lean en las Pymes agroalimentarias ecuatorianas. Tesis para optar el grado de Máster en Gestión de la Calidad Alimentaria. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid: Escuela de Ingeniería Técnico Agrícola.

Cardoza, C. (s/f.). "El poder económico en Lambayeque". FACHSE Facultad de ciencias histórico sociales y educación. Lima.
<<http://portal.fachse.edu.pe/sites/default/files/UN2-Cardoso.pdf>>

Carreira, B. (2004). Lean Manufacturing That Works: Powerful Tools for Dramatically Reducing Waste and Maximizing Profits. Nueva York: AMACOM BOOKS.

Chace, R. (2002). Operation Management for Competitive Advantage. New York: McGraw-Hill.

Feld, W. (2002). Lean Manufacturing: Tools, Techniques and how to use them. New York: APICS The Educational Society for resource management.

Gensolmex.com (2012). "La metodología de las 5S's". Gensol: Metodología 5S's. México. <<http://www.gensolmex.com/gensol5s.html>>

Instituto nacional de estadística e informática (2011). Perú Compendio Estadístico 2011. In I. N. Informática, Perú Compendio Estadístico 2011. Lima.

Lazala, N. (2011). Comentario del 18 de Diciembre 18 a "Lean Manufacturing y sus Herramientas". Estas son las ocho herramientas lean.

Leindinger, O. (1997). Procesos Industriales. Lima. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Liker, J. (2003). Toyota Way. Blacklick, Ohio: McGraw-Hill Professional Publishing.

Mass.pe (2011). Sector Textil Confecciones con mejor sustento para enfrentar crisis. Mass. El portal de los nuevos empresarios. <<http://mass.pe/noticias/2011/11/sector-textil-confecciones-con-mejor-sustento-para-enfrentar-crisis>>

Perez, G. & Sánchez, T. (2010). Identificación y caracterización de mudas de transporte, procesos, movimientos y tiempos de espera en nueve pymes manufactureras incorporando la perspectiva del nivel operativo. Ingeniare.Medellín.Vol. 19, N 03, pp. 396-408.

Reyes Aguilar, P. (2002). "Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones". Contaduría y Administración. México. Vol. xx, N. xx, pp. 01-22.

Rother, M. & Shook, J. (1998). Learning to see: Value stream mapping to add value and eliminate muda. Massachusetts, EE.UU. Lean Enterprise Institute.

Rueda, L. (2007). Aplicación de la metodología seis sigma y lean manufacturing para la reducción de costos, en la producción de jeringas hipodérmicas desechables. Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias en Administración de Negocios. México: Instituto Politécnico Nacional: Escuela Superior de Comercio y Administración.

Shigeo, S. (1987). The Poka – Yoke System I: Theory”, Japan. Cambridge: Massachusset and Norwalk.

Shingo, S. (1997). Una revolución en la Producción: el sistema SMED. Cambridge: Productivity Press Cambridge.

Suzuki, T. (2005) TPM para industrias de proceso. España: Ediciones TGP Hoshin.

Villaseñor Contreras, A. (2007). Conceptos y reglas de Lean Manufacturing. México: Limusa.

Villaseñor Contreras, A. (2009). Manual de Lean Manufacturing Guía básica.
México: Limusa.

Womack, J., James D. & Roos, D. (1996). Lean Thinking: Banish Waste and
Create a Wealth in your Corporation. New York: Simon and Schuster.

ANEXOS

INDICE

ANEXO 1: INSTALACIONES DE LA EMPRESA	203
ANEXO 2: REPORTE DE MÁQUINA.....	206
ANEXO 3: CALCULO DEL OEE	207
ANEXO 4: FORMATOS DE AUDITORIA.....	209
ANEXO 5: DIAGRAMA CAUSA - RAIZ.....	211
ANEXO 6: TAREAS DE MANTENIMIENTO EN BASE AL ANALISIS CAUSA RAIZ.....	212
ANEXO 7: PLAN DE LUBRICACIÓN, INSPECCION, AJUSTE Y LIMPIEZA	213
ANEXO 8: LUP – ENHEBRADO DE HILO.....	215
ANEXO 9: LUP – SACAR HILO AFUERA DE LA CANILLA.....	216
ANEXO 10: LUP – CAMBIO DE AGUJA.....	217
ANEXO 11: DETALLE DE LOS COSTOS DE IMPLEMENTACION DE LAS 5S’S Y EL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	218
ANEXO 12: DETALLE DE LOS TIEMPOS IMPRODUCTIVOS MENSUALES	221
ANEXO 13: DETALLE DE LAS UNIDADES PRODUCIDAS LOS AÑOS 2013, 2014 Y 2015.....	224
ANEXO 14 DETALLE DE LOS INGRESOS GENERADOS POR PRODUCTO EN LOS AÑOS 2013, 2014 Y 2015.....	226

ANEXO 1: INSTALACIONES DE LA EMPRESA

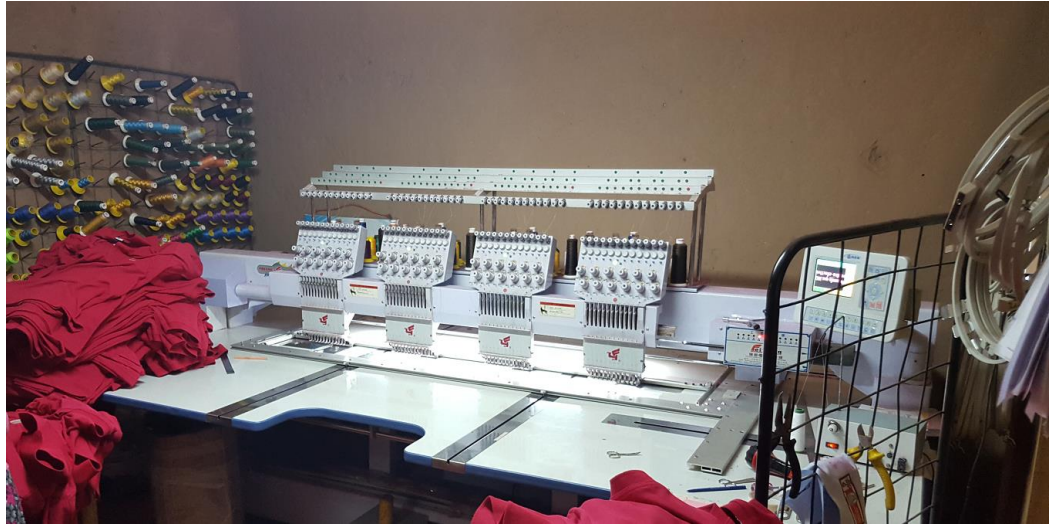
- Oficina principal:



- Oficina secundaria:



- Cuarto de bordados:



- Cuarto de almacén 1:



- Cuarto de almacén 2:



- Planta principal:



ANEXO 2: REPORTE DE MÁQUINA

[illegible]

ANEXO 3: CALCULO DEL OEE

Tiempo calendario

360 días * 24 horas

Tiempo total de operación

26 días/mes * 12 meses = 312 días * 9 horas/turno = 2808

horas

Tiempo de carga

(26 días/mes * 12 meses) * (9 horas/turno - 1 hora descanso) = 2496

horas

Tiempo bruto de producción

Según MTTR al mes hay 857 min, al día son 32.96 min + tiempo preparación

promedio (5 min) = 37.96 min = 0.63 horas

(26 días/mes * 12 meses) * (9 horas/turno - 1 hora descanso - 0.63 horas paradas no planificadas) = 2298.6 horas

Tiempo neto de producción

(26 días/mes * 12 meses) * (9 horas/turno - 1 hora descanso - 0.63 horas paradas no planificadas -

1 hora de paradas por conversaciones y velocidad reducida) = 1987.44

horas

Tiempo de valor

añadido

5 defectos por turno, 10 minutos por defecto = 50 min = 0.83 horas

(26 días/mes * 12 meses) * (9 horas/turno - 1 hora descanso - 0.63 horas paradas no

planificadas -

1 hora de paradas por conversaciones y velocidad reducida

-

0.83 horas por defectos y reproceso) = 1728.48 horas

**Disponibilidad = Tiempo bruto de producción / Tiempo
de carga**

$$= 2298.6 / 2496$$

$$= 92.10\%$$

**Tasa de Rendimiento = Tiempo neto de producción / Tiempo bruto de
producción**

$$= 1987.44 / 2298.6$$

$$= 86.50\%$$

**Tasa de Calidad = Tiempo de valor añadido / Tiempo neto de
producción**

$$= 1728.48 / 1987.44$$

$$= 86.97\%$$

**OEE = Disponibilidad * Tasa de Rendimiento * Tasa de
Calidad**

$$= 92.10 * 86.50 * 86.97$$

$$= 69.30\%$$

ANEXO 4: FORMATOS DE AUDITORIA

CLASIFICAR (1era S)					
LOCALES	1	2	3	4	5
1. Los pisos y pasadizos están en buen estado y libres de obstáculos, equipos o materiales innecesarios					
2. Se han eliminado los materiales innecesarios en los puestos de trabajo de toda el área					
3. Los pisos, paredes y pasadizos están libres de tuberías y cables: Cortados, en desuso, sin fugas (aire, agua, electricidad, otros)					
4. La documentación publicada en el área está vigente					
MÁQUINAS Y EQUIPOS					
5. El entorno de las máquinas está libre de todo material y/o equipo innecesarios					
6. Todas las máquinas o equipos que hay en el área se usan y están operativos					
HERRAMIENTAS Y UTILES					
7. Se actualizan con frecuencia las herramientas y útiles de trabajo					
8. Todas las herramientas y útiles se emplean (No hay ninguno innecesario)					
9. Las herramientas y equipos tienen los cables eléctricos y conectores en buen estado					
ALMACENAJE					
10. Los elementos innecesarios están clasificados con tarjetas en el almacén o han sido eliminados					
11. Se ha eliminado el exceso de inventario de materia prima, materia sobrante y artículos varios					
RESIDUOS					
12. Los contenedores empleados para residuos son utilizados y están en buen estado					
13. Se ha eliminado el exceso de basura en el piso y puestos de trabajo					
METODOLOGIA 5s, EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL Y ROPA DE TRABAJO					
14. Se realizan reuniones de coordinación periódicas con el personal para reforzar la metodología y avances del proyecto					
15. El personal conoce la metodología y organización 5s					
16. Los equipos de protección personal (Guantes, lentes, para polvo, etc.) se utilizan y están en buen estado					
17. La ropa de trabajo se encuentra completa y en buen estado					

1era S=

Clasificación mínima recomendada = 75%

Calificación (%) = $\frac{((\text{Suma de puntos 1-13}) + ((\text{Suma de puntos 14-17}) * 2))}{(\text{Suma de puntos máximos 1-13}) + ((\text{Suma de puntos máximos 14-17}) * 2))} * 100$

Valoración

5=Excelente

4=Bueno

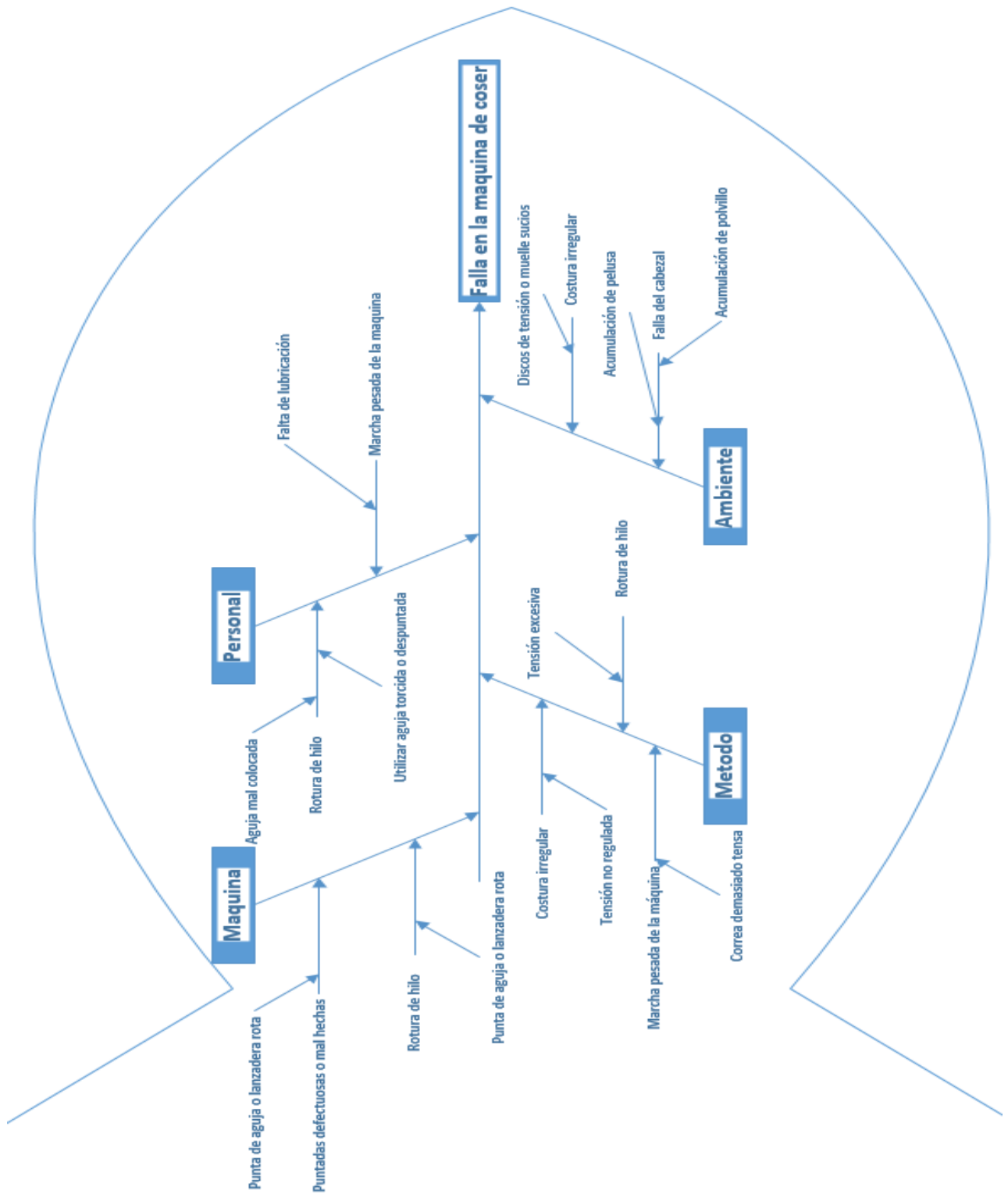
3=Regular

2=Malo

1=Pésimo

0=No aplica

ANEXO 5: DIAGRAMA CAUSA - RAIZ



ANEXO 6: TAREAS DE MANTENIMIENTO EN BASE AL ANALISIS CAUSA RAIZ

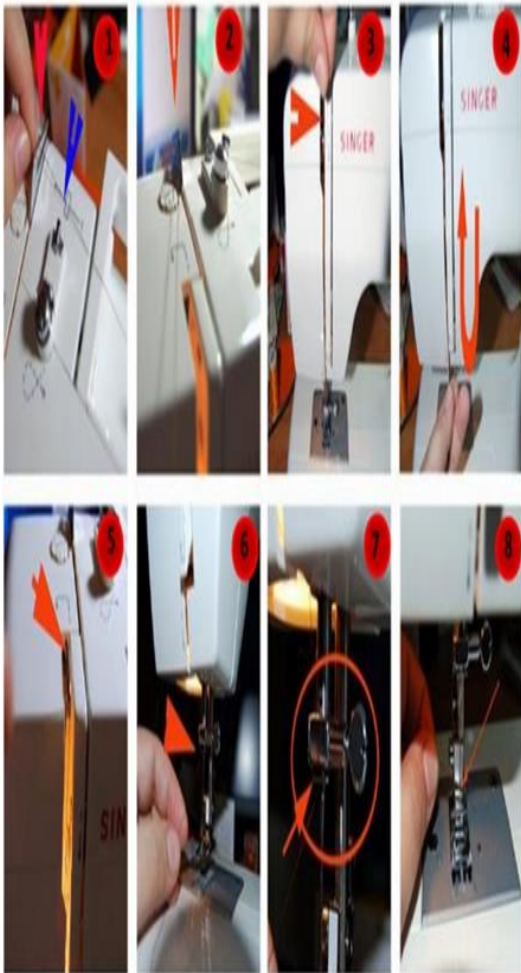
Falla	Consecuencia de falla	Causa de Falla	Tarea de Mantenimiento	Tiempo (min)	Intervalo				Responsable
					D	S	M	A	
Máquinas de coser	Puntadas perdidas o defectuosas	Aguja demasiado gruesa para el hilo empleado	Estandarización	1	X				Producción
		Aguja torcida o despuntada	Inspección	1.5	X				Producción
		Punta de la lanzadera rota	Inspección	5	X				Producción
	Rotura de hilo superior	Tensión superior demasiado fuerte.	Graduar rueda o tuerca.	2	X				Producción
		Aguja colocada al revés.	Inspección	1	X				Producción
		Aguja torcida o despuntada	Inspección	1	X				Producción
		Hilo de mala calidad o demasiado grueso para la aguja	Estandarización	1	X				Producción
		Lanzadera rota	Inspección	3		X			Producción
	Rotura de hilo inferior	Tensión inferior excesiva	Ajuste de tornillo	2	X				Producción
		Lanzadera rota	Inspección	3		X			Producción
	Costura irregular	Tensiones no reglada de acuerdo al género que se cose	Estandarización	1					Producción
		Hilos de mala calidad (grosor irregular)	Inspección	1	X				Producción
		Aguja torcida o despuntada	Inspección	1.5	X				Producción
		Discos de tensión o muelle de la cápsula sucios.	Limpieza	5	X				Producción
		Aguja no adecuada para el hilo empleado.	Estandarización	1		X			Producción
	Marcha pesada de la máquina	Correa demasiado tensa	Inspección	3	X				Producción
		Falta de lubricación.	Lubricación	5		X			Producción
		Algún hilo entre la lanzadera y el carril	Inspección	1.5	X				Producción
	Rotura de aguja.	Tirón fuerte de la tela	Estandarización	0.5	X				Producción
		Canilla o bobina no está bien colocada	Inspección	1	X				Producción
		Coser sobre un alfiler u objeto duro.	Inspección	0.5	X				Producción

ANEXO 7: PLAN DE LUBRICACIÓN, INSPECCIÓN, AJUSTE Y LIMPIEZA

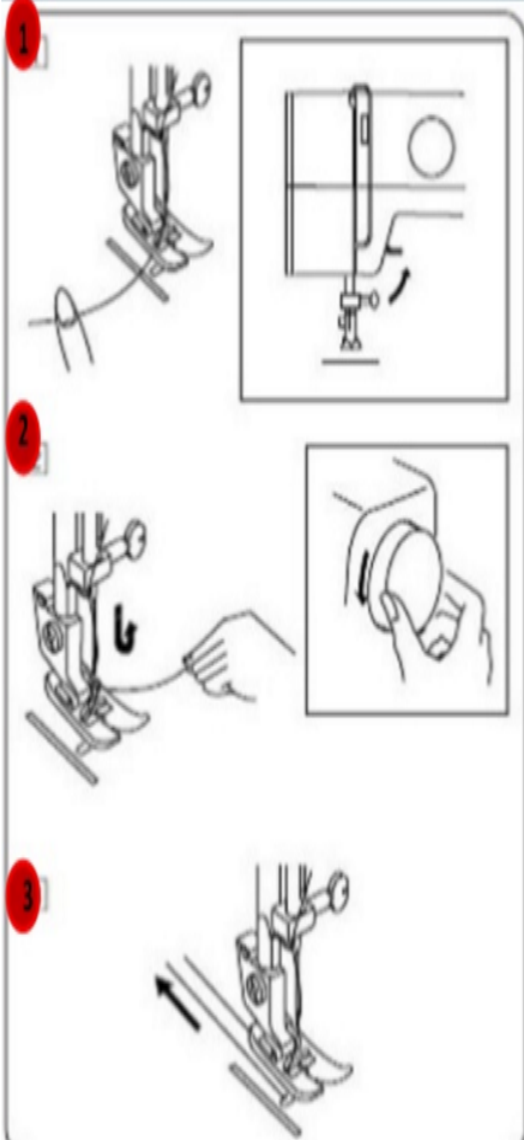
	Parte máquina	Actividad	Herramienta /Sentido	Tiempo (Min)	Frecuencia				Responsable
					D	S	M	A	
MÁQ. RECTA	Guía de hilo	Ajuste	Desarmador	1		X			Operario máquina
	Porta hilos	Ajuste	Desarmador	1		X			Operario máquina
	Pieza para rellenar la bobina	Ajuste	Desarmador	1		X			Operario máquina
	Placa para regular el tornillo que ajusta el ancho de puntada	Ajuste	Desarmador	2		X			Operario máquina
	Volanda	Lubricar	Lubricante	2.5	X				Operario máquina
	Regulador de alimentación	Lubricar	Lubricante	1.5		X			Operario máquina
	Regulador de ancho de puntada	Lubricar	Lubricante	1	X				Operario máquina
	Palanca para retroceder el pie de costura	Lubricar	Lubricante	1	X				Operario máquina
	Selector de posición de aguja	Limpieza	Escobilla	2	X				Operario máquina
	Regulador de tensión de hilo	Lubricar	Lubricante	2.5	X				Operario máquina
	Tornillo de ajuste de aguja	Ajuste	Desarmador	1	X				Operario máquina
	Placa de aguja	Inspección	Visual	0.5	X				Operario máquina
	Cama corrediza	Inspección	Visual	0.5		X			Operario máquina
	Pie de pasatelas	Ajuste	Desarmador	1		X			Operario máquina
	Tornillo del pie prensatelas	Ajuste	Desarmador	1.5		X			Operario máquina
	Barra de la	Ajuste	Desarmador	0.5	X				Operario

	aguja							máquina
	Guía de hilo	Inspección	Visual	0.5	X			Operario máquina
	Tornillo que regula presión del pie prensatela	Ajuste	Desarmador	1		X		Operario máquina
MAQ. REMAL LADOR A	EXTERNAS							
	Palanca del prensatela	Lubricar	Lubricante	1.5		X		Operario máquina
	Longitud de puntada	Lubricar	Lubricante	1.5	X			Operario máquina
	Rueda de mano	Lubricar	Lubricante	1		X		Operario máquina
	Transporte diferencial	Limpieza	Escobilla	1	X			Operario máquina
	Tapa frontal	Limpieza	Trapo	0.5	X			Operario máquina
	Depósito de residuos	Limpieza	Escobilla	0.5	X			Operario máquina
	Brazo libre	Limpieza	Trapo	0.5	X			Operario máquina
	Ancho de costura	Ajuste	Desarmador	1.5	X			Operario máquina
	INTERNAS							
	Lanzadera superior	Inspección	Visual	0.5	X			Operario máquina
	Cuchilla superior móvil	Ajuste	Desarmador	2		X		Operario máquina
	Ancho de costura	Lubricar	Lubricante	1.5	X			Operario máquina
	Regulación de ancho de costura	Lubricar	Lubricante	1.5	X			Operario máquina

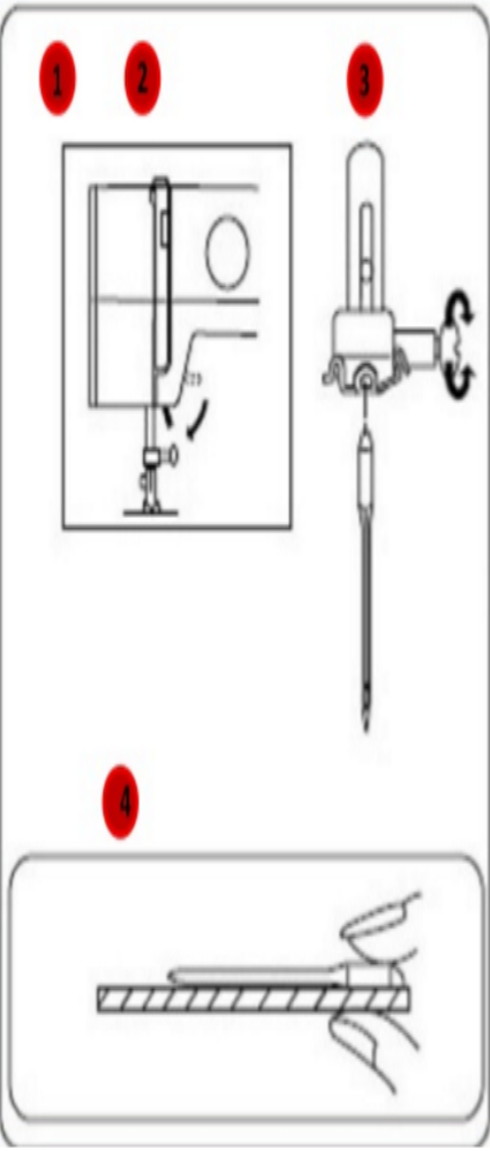
ANEXO 8: LUP – ENHEBRADO DE HILO

Leccion de un punto (LUP)	Nro:
	Fecha de elaboracion:
	Elaborado por:
Tema: Enhebrado de hilo	Aprobado por:
	1. Levantar aguja a su posicion mas alta utilizando volante
	2. Levantar prensatela
	3. Colocar carrete de hilo en el carrete pasador, luego hacia abajo en el ensambre de tension.
	4. Tomar el extremo del hilo y pasar a traves de los puntos de rosca en la parte superior de la carcasa de la maquina y luego hacia abajo el ensamble de tension
	5. Tomar el hilo debajo del ensamble de tension y pasarlo a traves del siguiente punto de rosca en la parte superior de la maquina
	6. Empujar extremo del hilo a traves de la palanca en la parte superior de la maquina, si corresponde, y hacia abajo a traves de los puntos de enhebrado en la parte inferior y por encima de la aguja
	7. Enhebrar la aguja desde la parte frontal o posterior de la aguja.
	8. Tirar unos centimetros del hilo por el ojo de la aguja.
	9. Insertar bobina en la maquina y cerrar placa de agujas
	10. Sujetar el hilo que ha sido pasado a traves de la aguja de la maquina. Girar el volante hasta que la aguja desaparezca en la caja de bobinas
	11. Seguir cogiendo el hilo y moviendo el volante para que la aguja este de nuevo en su posicion mas alta. A medida que suba la aguja, aparecera un bucle de hilo en la bobina tambien. Tirar del hilo y sacar el lazo de hilo de la bobina adicional de la caja de bobina.
	12. Dejar que el hilo superior salga y tire de la bobina de hilo hasta que el final se acerque. Tirar de los hilos superior e inferior por el prensatela y hacia la parte trasera de la maquina.

ANEXO 9: LUP – SACAR HILO AFUERA DE LA CANILLA

<p>Leccion de un punto (LUP)</p>	<p>Nro:</p>
	<p>Fecha de elaboracion:</p>
	<p>Elaborado por:</p>
<p>Tema: Sacar hilo afuera de la canilla</p>	<p>Aprobado por:</p>
 <p>The diagram consists of four numbered steps within a single frame:</p> <ul style="list-style-type: none"> Step 1: Shows the sewing machine with the presser foot lifted. An inset shows a close-up of the needle and thread being held. Step 2: Shows the hand wheel being turned counter-clockwise. An inset shows a hand turning the wheel. Step 3: Shows the thread being pulled from the needle upwards. An inset shows a hand pulling the thread. Step 4: Shows the presser foot being lowered and the threads being pulled under and behind it. An inset shows the presser foot and threads. 	<p>1. Levantar pie de prensatelas y sostener el hilo de la aguja ligeramente con la otra mano.</p>
	<p>2. Girar la rueda de mano en sentido anti horario una vuelta completa.</p>
	<p>3. Sacar el hilo de la canilla tirando del hilo de la aguja hacia arriba</p>
	<p>4. Tirar de ambos hilos por debajo y detrás del prensatela.</p>

ANEXO 10: LUP – CAMBIO DE AGUJA

Leccion de un punto (LUP)	Nro:
	Fecha de elaboracion:
	Elaborado por:
Tema: Cambio de aguja	Aprobado por:
	1. Levantar la aguja girando hacia uno mismo y bajando el prensatela
	2. Soltar el tornillo de sujecion de la aguja girandolo en el sentido contrario a las agujas del reloj. Sacar la aguja de la pieza de sujeción.
	3. Introducir el agua nueva en la brida, empujarla hacia arriba a tope y apretar firmemente el tornillo de sujecion de la aguja con el destornillador.
	4. Para comprobar que la aguja esta bien puesta, colocar parte plana de la aguja sobre algo plano. El espacio entre la aguja y la superficie plana debe ser uniforme. No usar nunca agujas dobladas o despuntadas.

ANEXO 11: DETALLE DE LOS COSTOS DE IMPLEMENTACION DE LAS 5S's Y EL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

Costo de repisa para etiquetas y EPPs	=	S/. 500*2 = S/. 1000
Costo de tablero de gestión visual	=	S/.100
Costo de Lecciones de punto	=	S/. 3*18 = S/. 54
Costo unitario de balde de pintura	=	S/. 55*3 = S/. 165
Costo de papelería (Afiches, hojas blancas, etc.)	=	S/. 30*2 = S/. 60
Costo de útiles de limpieza (escobas, recogedores, etc.)	=	S/. 60*4 = S/. 240
Costo de letreros	=	S/. 10*20 = S/. 200
Organización de charlas	=	S/. 50*14 = S/. 700
Compra de EPPs	=	S/. 130*10 = S/. 1300
Reunión de capacitación introductoria (5hrs)	=	Costo tiempo operarios + Costo tiempo supervisores + Costo tiempo almacenero + Costo tiempo operarios de corte + Costo tiempo capacitador Número de horas invertidas en la capacitación x Costo H-H x Número de personas necesarios en la capacitación
Costo tiempo	=	S/. 750/26 = S/. 28.85
Costo tiempo operarios	=	S/. 28.85/8 = S/. 3.61 S/. 3.61*5 horas*10 operarios= S/. 180.29
Costo tiempo supervisores	=	S/. 1000/26 = S/. 38.46 S/. 38.46/8 = S/. 4.81 S/. 4.81*5 horas*2 operarios= S/. 48.08
Costo tiempo almacenero	=	S/. 850/26 = S/. 32.70 S/. 32.70/8 = S/. 4.09 S/. 4.09*5 horas*1 operarios= S/. 20.43
Costo tiempo operarios corte	=	S/. 1200/26 = S/. 46.15 S/. 46.15/8 = S/. 5.77 S/. 5.77*5 horas*3 operarios= S/. 86.54 S/. 300*5 horas*1 capacitador=
Costo tiempo capacitador	=	S/.1500.00
Reunión de capacitación introductoria	=	S/. 180.29 + S/.48.08 + S/. 20.43 + S/. 86.54 + S/. 1500
Reunión de capacitación introductoria	=	S/.1,835.34

Reunión de capacitación de mejora continua (2 hrs)	=	Costo tiempo operarios + Costo tiempo supervisores + Costo tiempo almacenero + Costo tiempo operarios de corte + Costo tiempo capacitador
Costo tiempo operarios	=	S/. 750/26 = S/. 28.85
		S/. 28.85/8 = S/. 3.61
		S/. 3.61*2 horas*10 operarios= S/. 72.12
Costo tiempo supervisores	=	S/. 1000/26 = S/. 38.46
		S/. 38.46/8 = S/. 4.81
		S/. 4.81*2 horas*2 operarios= S/. 19.23
Costo tiempo almacenero	=	S/. 850/26 = S/. 32.70
		S/. 32.70/8 = S/. 4.09
		S/. 4.09*2 horas*1 operarios= S/. 8.17
Costo tiempo operarios corte	=	S/. 1200/26 = S/. 46.15
		S/. 46.15/8 = S/. 5.77
		S/. 5.77*2 horas*3 operarios= S/. 34.62
		S/. 300*2 horas*1 capacitador=
Costo tiempo capacitador	=	S/. 600.00
Reunión de capacitación de mejora continua	=	S/ 72.12 + S/. 19.23 + S/. 8.17 + S/.
Reunión de capacitación de mejora continua	=	34.62 + S/. 600.00
	=	S/ 734.14
Costo reunión implementación 1S y 2S (8 hrs)	=	Costo tiempo operarios + Costo tiempo supervisores + Costo tiempo almacenero + Costo tiempo operarios de corte + Costo auditoria 1S y 2S
Costo tiempo operarios	=	S/. 750/26 = S/. 28.85
		S/. 28.85/8 = S/. 3.61
		S/. 3.61*8 horas*10 operarios= S/. 288.46
Costo tiempo supervisores	=	S/. 1000/26 = S/. 38.46
		S/. 38.46/8 = S/. 4.81
		S/. 4.81*8 horas*2 operarios= S/. 76.92
Costo tiempo almacenero	=	S/. 850/26 = S/. 32.70
		S/. 32.70/8 = S/. 4.09
		S/. 4.09*8 horas*1 operarios= S/. 32.69
Costo tiempo operarios corte	=	S/. 1200/26 = S/. 46.15
		S/. 46.15/8 = S/. 5.77
		S/. 5.77*8 horas*3 operarios= S/. 138.46
Costo auditoria 1S y 2S	=	S/. 400.00
Costo reunión implementación 1S y 2S	=	S/. 288.46 + S/. 76.92 + S/. 32.69 + S/. 138.46 + S/. 400

Costo reunión implementación 1S y 2S	=	S/.936.53
Costo reunión implementación 3S y 4S (8 hrs)	=	Costo tiempo operarios + Costo tiempo supervisores + Costo tiempo almacenero + Costo tiempo operarios de corte + Costo auditoria 3S y 4S
Costo tiempo operarios	=	S/. 750/26 = S/. 28.85
	=	S/. 28.85/8 = S/. 3.61
	=	S/. 3.61*8 horas*10 operarios= S/. 288.46
Costo tiempo supervisores	=	S/. 1000/26 = S/. 38.46
	=	S/. 38.46/8 = S/. 4.81
Costo tiempo almacenero	=	S/. 4.81*8 horas*2 operarios= S/. 76.92
	=	S/. 850/26 = S/. 32.70
	=	S/. 32.70/8 = S/. 4.09
Costo tiempo operarios corte	=	S/. 4.09*8 horas*1 operarios= S/. 32.69
	=	S/. 1200/26 = S/. 46.15
	=	S/. 46.15/8 = S/. 5.77
	=	S/. 5.77*8 horas*3 operarios= S/. 138.46
Costo auditoria 3S y 4S	=	S/.400.00
Costo reunión implementación 3S y 4S	=	S/. 288.46 + S/. 76.92 + S/. 32.69 + S/. 138.46 + S/. 400
Costo reunión implementación 3S y 4S	=	S/.936.53
Costo de monitoreo y revisión (5S) (4 hrs)	=	Costo tiempo supervisores y encargados de área + Costo auditoria 5s
Costo tiempo supervisores y encargados de área	=	S/. 1000/26 = S/. 38.46
	=	S/. 38.46/8 = S/. 4.81
	=	S/. 4.81*4 horas*2 operarios= S/. 38.46
Costo auditoria 5S	=	S/.400.00
Costo de monitoreo y revisión	=	S/. 38.46 + S/. 400
Costo de monitoreo y revisión	=	S/.438.46

ANEXO 12: DETALLE DE LOS TIEMPOS IMPRODUCTIVOS MENSUALES

Tiempos 1er mes					
Problema	Paradas de máquina (min)	Desorden y movimientos (min)	Reproceso (min)	Inventario en proceso (min)	Mermas (min)
Día 1	29	30	0	6	5
Día 2	31	31	0	8	9
Día 3	65	35	0	6	8
Día 4	28	36	112	7	4
Día 5	26	29	0	6	6
Día 6	30	27	0	8	3
Día 7	35	35	0	7	5
Día 8	28	32	0	6	4
Día 9	26	34	0	4	6
Día 10	55	26	0	3	2
Día 11	21	24	0	8	3
Día 12	26	34	0	5	5
Día 13	30	35	0	9	4
Día 14	45	29	155	5	8
Día 15	20	27	0	8	9
Día 16	21	35	0	5	4
Día 17	23	38	0	4	6
Día 18	25	24	0	3	5
Día 19	29	25	0	5	4
Día 20	50	28	0	6	2
Día 21	55	29	58	4	5
Día 22	34	31	0	6	5
Día 23	30	30	0	5	4
Día 24	20	35	0	4	6
Día 25	21	29	0	8	4
Día 26	25	27	0	9	2
Total	828	795	325	155	128

Tiempos 2do mes					
Problema	Paradas de máquina (min)	Desorden y movimientos (min)	Reproceso (min)	Inventario en proceso (min)	Mermas (min)
Día 1	33	25	0	9	4
Día 2	35	26	58	4	8
Día 3	36	28	0	5	4
Día 4	38	35	0	6	6
Día 5	24	39	0	6	2
Día 6	48	24	0	5	3
Día 7	52	35	0	6	5
Día 8	32	36	65	6	3
Día 9	41	39	0	6	2
Día 10	25	24	0	5	6
Día 11	26	31	0	4	4
Día 12	27	28	52	8	8
Día 13	28	29	0	4	5
Día 14	26	30	0	6	6
Día 15	25	35	0	2	3
Día 16	35	31	0	8	4
Día 17	36	29	0	9	9
Día 18	38	26	0	7	6
Día 19	35	34	62	4	5
Día 20	52	26	0	3	4
Día 21	41	24	0	5	5
Día 22	35	23	0	6	6
Día 23	32	28	0	4	8
Día 24	28	29	0	8	4
Día 25	34	24	0	6	6
Día 26	26	26	54	4	3
Total	888	764	291	146	129

Tiempos 3er mes					
Problema	Paradas de máquina (min)	Desorden y movimientos (min)	Reproceso (min)	Inventario en proceso (min)	Mermas (min)
Día 1	25	40	0	6	8
Día 2	8	35	0	7	6
Día 3	65	36	0	8	3
Día 4	24	24	0	8	5
Día 5	26	26	0	6	4
Día 6	42	27	0	5	5
Día 7	42	39	0	6	3
Día 8	29	34	0	4	1
Día 9	27	26	0	8	5
Día 10	26	19	0	3	4
Día 11	35	26	0	6	8
Día 12	31	29	158	6	3
Día 13	30	34	0	8	4
Día 14	29	35	0	6	5
Día 15	26	26	0	4	8
Día 16	24	37	0	2	2
Día 17	23	39	0	8	5
Día 18	28	41	0	4	4
Día 19	59	26	0	5	3
Día 20	53	23	0	6	7
Día 21	38	30	0	6	4
Día 22	41	21	0	8	1
Día 23	36	26	186	2	2
Día 24	31	23	0	4	4
Día 25	28	24	0	4	8
Día 26	29	35	0	9	6
Total	855	781	344	149	118

**ANEXO 13: DETALLE DE LAS UNIDADES PRODUCIDAS LOS AÑOS 2013,
2014 Y 2015**

Unidades producidas año 2013								
	Polos camiseros	Polos publicitarios	Gorros	Polos cuello redondo	Chalecos	Casacas	Camisas	Uniformes colegio
Enero	220	1100	940	760	140	140	150	90
Febrero	400	920	850	660	160	150	120	120
Marzo	150	620	700	550	190	130	90	270
Abril	7500	200	220	150	150	230	130	100
Mayo	350	150	110	160	260	210	120	50
Junio	420	220	190	180	180	260	130	20
Julio	300	1000	620	480	270	190	150	40
Agosto	8500	850	570	440	230	230	110	30
Setiembre	250	220	180	130	260	150	140	20
Octubre	430	230	320	140	210	120	90	15
Noviembre	9000	150	170	170	150	110	120	25
Diciembre	400	300	290	350	160	100	150	10
Total	27920	5960	5160	4170	2360	2020	1500	790

Unidades producidas año 2014								
	Polos camiseros	Polos publicitarios	Gorros	Polos cuello redondo	Chalecos	Casacas	Camisas	Uniformes colegio
Enero	150	1000	810	680	180	90	180	60
Febrero	230	800	650	590	200	80	150	90
Marzo	400	650	420	460	170	150	120	240
Abril	7800	220	190	150	230	120	110	140
Mayo	410	130	120	160	200	160	160	40
Junio	320	260	200	180	170	200	90	30
Julio	360	850	540	420	210	170	120	30
Agosto	8000	700	430	390	190	180	80	60
Setiembre	350	280	170	150	230	170	120	15
Octubre	360	240	180	120	200	140	140	25
Noviembre	8400	190	140	170	180	170	190	30
Diciembre	300	350	320	290	190	150	160	10
Total	27080	5670	4170	3760	2350	1780	1620	770

Unidades producidas año 2015								
	Polos camiseros	Polos publicitarios	Gorros	Polos cuello redondo	Chalecos	Casacas	Camisas	Uniformes colegio
Enero	440	1050	800	720	200	100	130	100
Febrero	310	940	750	600	180	160	100	130
Marzo	250	710	600	490	210	180	90	250
Abril	7900	240	200	160	180	230	150	150
Mayo	380	180	220	180	210	200	120	40
Junio	450	310	190	190	200	250	190	10
Julio	500	850	640	420	230	160	170	30
Agosto	8100	780	500	390	200	250	110	20
Setiembre	200	260	180	120	180	180	150	20
Octubre	150	170	180	130	170	150	90	10
Noviembre	8600	220	230	180	210	120	130	30
Diciembre	220	360	340	280	200	100	160	20
Total	27500	6070	4830	3860	2370	2080	1590	810

**ANEXO 14 DETALLE DE LOS INGRESOS GENERADOS POR PRODUCTO
EN LOS AÑOS 2013, 2014 Y 2015**

Ingresos generados por producto año 2013								
	Polos camiseros	Polos publicitarios	Gorros	Polos cuello redondo	Chalecos	Casacas	Camisas	Uniformes colegio
Enero	5720	11000	7520	13680	5600	8421	5700	7200
Febrero	10400	9200	6800	11880	6400	9023	4560	9600
Marzo	3900	6200	5600	9900	7600	7820	3420	21600
Abril	195000	2000	1760	2700	6000	13835	4940	8000
Mayo	9100	1500	880	2880	10400	12632	4560	4000
Junio	10920	2200	1520	3240	7200	15640	4940	1600
Julio	7800	10000	4960	8640	10800	11429	5700	3200
Agosto	221000	8500	4560	7920	9200	13835	4180	2400
Setiembre	6500	2200	1440	2340	10400	9023	5320	1600
Octubre	11180	2300	2560	2520	8400	7218	3420	1200
Noviembre	234000	1500	1360	3060	6000	6617	4560	2000
Diciembre	10400	3000	2320	6300	6400	6015	5700	800
Total	725920	59600	41280	75060	94400	121509	57000	63200

Ingresos generados por producto año 2014								
	Polos camiseros	Polos publicitarios	Gorros	Polos cuello redondo	Chalecos	Casacas	Camisas	Uniformes colegio
Enero	3900	10000	6480	12240	7200	5414	6840	4800
Febrero	5980	8000	5200	10620	8000	4812	5700	7200
Marzo	10400	6500	3360	8280	6800	9023	4560	19200
Abril	202800	2200	1520	2700	9200	7218	4180	11200
Mayo	10660	1300	960	2880	8000	9624	6080	3200
Junio	8320	2600	1600	3240	6800	12031	3420	2400
Julio	9360	8500	4320	7560	8400	10226	4560	2400
Agosto	208000	7000	3440	7020	7600	10828	3040	4800
Setiembre	9100	2800	1360	2700	9200	10226	4560	1200
Octubre	9360	2400	1440	2160	8000	8421	5320	2000
Noviembre	218400	1900	1120	3060	7200	10226	7220	2400
Diciembre	7800	3500	2560	5220	7600	9023	6080	800
Total	704080	56700	33360	67680	94000	107072	61560	61600

Ingresos generados por producto año 2015								
	Polos camiseros	Polos publicitarios	Gorros	Polos cuello redondo	Chalecos	Casacas	Camisas	Uniformes colegio
Enero	11440	10500	6400	12960	8000	6015	4940	8000
Febrero	8060	9400	6000	10800	7200	9624	3800	10400
Marzo	6500	7100	4800	8820	8400	10828	3420	20000
Abril	205400	2400	1600	2880	7200	13835	5700	12000
Mayo	9880	1800	1760	3240	8400	12031	4560	3200
Junio	11700	3100	1520	3420	8000	15038	7220	800
Julio	13000	8500	5120	7560	9200	9624	6460	2400
Agosto	210600	7800	4000	7020	8000	15038	4180	1600
Setiembre	5200	2600	1440	2160	7200	10828	5700	1600
Octubre	3900	1700	1440	2340	6800	9023	3420	800
Noviembre	223600	2200	1840	3240	8400	7218	4940	2400
Diciembre	5720	3600	2720	5040	8000	6015	6080	1600
Total	715000	60700	38640	69480	94800	125118	60420	64800